N° 251. — XLIV[e] année. 15 Septembre 1935.

ANNALES

DE

GÉOGRAPHIE

LES PRÉCIPITATIONS ANNUELLES EN FRANCE

Chargé de rédiger la feuille de l'*Atlas de France*[1] consacrée aux précipitations annuelles, je voudrais expliquer d'abord comment a été construite la carte des totaux moyens à l'échelle de 1 : 2 500 000, puis en dégager les enseignements géographiques, enfin commenter dans le même esprit les cartons à 1 : 8 000 000 qui complètent cette carte en figurant le nombre des jours de pluie et celui des jours de neige.

I. — Construction de la carte des totaux moyens annuels

Certains lecteurs habitués aux cartes pluviométriques les plus répandues, où des courbes régulières aux faibles ondulations figurent les lignes d'égale pluviosité, seront surpris de l'allure tourmentée que présente la carte de l'*Atlas de France* et songeront à une interprétation arbitraire, par trop personnelle. Il est donc nécessaire tout d'abord de montrer que c'est l'ancienne méthode qui est fantaisiste et arbitraire et que celle de notre carte est beaucoup plus près de la vérité.

Les documents. — Un carton donne une idée du réseau des stations utilisées.

On voit tout d'abord l'importance des documents fournis par le Bureau central météorologique sous la direction d'Angot[2]. Ce réseau, conçu administrativement par départements, a cependant parfois été victime du peu de zèle de certaines commissions météorologiques départementales. L'Aisne, l'Aveyron, les Basses-Alpes, les Hautes-Alpes n'ont droit à aucune félicitation à cet égard.

1. Voir *Ann. de Géogr.*, 15 mars 1933, p. 186-188.
2. Cf. Angot, *Études sur le climat de la France. Régime des pluies* (*Ann. du Bureau central météorologique de France*, année 1911, t. I ; année 1912, t. I ; année 1913, t. I ; année 1914, t. I, Paris).

La revision des données avait été faite avec beaucoup de soin par Angot pour la presque totalité d'entre elles, et les chiffres de cet auteur ont été scrupuleusement conservés. Si je critique les cartes d'Angot, je rends un hommage admiratif à son œuvre si ordonnée et si pratique. Chaque station est connue par son nom, la commune où elle se trouve, son altitude, des renseignements sont fournis sur la durée des séries, les données sont ramenées à la période 1851-1900. Les stations sont classées par bassins. Tout cela est bien compris.

Mais une grave lacune existait dans ce réseau : c'était la montagne. Pour qu'un réseau soit homogène, c'est-à-dire permette de dresser une carte dont toutes les parties aient une précision comparable, les postes doivent être beaucoup plus nombreux en montagne qu'en plaine. Or c'est tout l'inverse; les parties montagneuses des Hautes et des Basses-Pyrénées, les Alpes de Provence, la Corse étaient déplorablement sacrifiées.

Quelques lacunes ont été comblées par l'Office national météorologique dans son nouveau réseau. Mais le travail d'ensemble de revision des données, d'établissement des totaux, des moyennes, de comparaison des moyennes n'a pas encore été fait, et nous avons choisi quelques-uns des points les plus importants seulement. Les moyennes, calculées par Mme Fayol, ont été ramenées à la période de 1851 à 1900, grâce aux éléments fournis par Mr Sanson.

Mais, à part la Corse où le progrès est très sensible, ce nouveau réseau n'augmente presque pas la connaissance des montagnes.

Heureusement, grâce à Mr Mougin et au zèle des Inspecteurs, l'administration des Eaux et Forêts a installé des pluviomètres totalisateurs en certaines régions montagneuses. Aux Hautes-Pyrénées, par exemple, on a accumulé les pluviomètres en deux régions pour étudier en détail ce qui se passe, dans la vallée du Bastan, d'une part, dans la région du Vignemale d'autre part. A Luchon, on a échelonné les pluviomètres sur une même pente pour suivre les variations altitudinales.

Ces quelques études permettent de voir des lois et rendent plus de services que des stations placées sans ordre un peu partout (cf. fig. 2).

La connaissance des Pyrénées françaises est maintenant presque satisfaisante malgré la précision très faible des totalisateurs. Aux Alpes, il reste encore beaucoup à faire pour les Alpes de Provence, les Alpes du Dauphiné et de Savoie sont mieux connues.

Malgré ces perfectionnements, le réseau actuel est très insuffisant dans la région des Cévennes pourtant si importante dans l'hydrographie méridionale. Les inondations catastrophiques de 1930 sont passées presque inaperçues aux Bulletins quotidiens de l'Office national, faute de stations suffisantes dans cette région !

Pour les pays limitrophes, je dois signaler le remarquable réseau suisse, le réseau nouveau, mais bien compris, de l'Espagne, qui vient compléter les précieuses données des Catalans, le réseau italien très complet et dont les observations font l'objet de superbes publications. Pour l'Allemagne, j'ai utilisé l'ouvrage classique de Hellmann, pour la Belgique les renseignements de Massart, pour l'Angleterre, la carte de Bartholomew et Mill.

Sur une carte ont été portées toutes les stations avec le chiffre de leur pluviosité. Cette carte est la seule où il n'y ait pas d'interprétation. A partir du moment où on réunit par une courbe les points d'égale pluviosité, il y a interprétation.

Interprétation des documents. — Soit deux points A et C de même pluviosité connue et, entre eux, un point B dont la pluviosité n'est pas connue. Le problème est de savoir comment se placera par rapport à B la courbe qui doit passer par A et par C. Les anciens auteurs réunissaient A à C par une courbe aussi harmonieuse que possible, sans rechercher quelle pouvait être raisonnablement la pluviosité du point B. Aucune raison géographique ne les décidait. Ayant un certain nombre de points, ils les réunissaient sans même regarder le substratum topographique ; ils se livraient là à « une interprétation » intolérable. Avant de tracer une courbe, il faut d'abord discuter la forme qu'elle doit avoir. Dans un pays où existent des cartes détaillées du relief on peut connaître la forme de la courbe.

La pluviosité en montagne. — Prenons d'abord un pays de montagne. Toutes les études ont montré depuis longtemps que la pluviosité augmente avec l'altitude. Donc si on n'a pas de données et que B soit plus haut que A et C on se rapproche beaucoup de la vérité en lui attribuant une pluviosité plus forte. Une carte qui reproduit la forme des courbes de niveau est certainement plus exacte qu'une carte de l'ancien type : elle interprète beaucoup moins. Mais on peut serrer la vérité de plus près. La loi de pluviosité croissante en altitude n'est pas la seule qu'on puisse connaître en montagne. On sait que les fronts montagneux exposés aux vents humides provoquent une abondante pluviosité, on sera donc amené à serrer les courbes quand on sera sur un versant de front montagneux. De même, les fonds de vallées largement ouverts aux vents pluvieux reçoivent d'abondantes pluies : on y serrera les courbes. Par contre, un minimum de pluviosité existe dans les portions de vallées abritées, en amont de la région où la vallée a franchi un front pluvieux.

En pays de montagne, on ne doit donc pas tracer les courbes « au petit bonheur », il faut se plier à toutes ces considérations, et celui qui s'y plie en géographe est bien moins fantaisiste que celui qui arrondit les courbes.

Un pays de montagne, la Suisse, a un admirable réseau de stations[1] ; sur la carte dressée par Brockmann-Jerosch[2], par exemple, toutes ces lois géographiques apparaissent nettement, et partout les courbes ont la forme des courbes de niveau. J'ai, pour ma part, en appliquant ces principes, dressé une carte de la pluviosité du bassin de l'Èbre, avec des données très rares ; j'ai dressé une carte de l'Indochine avec des données peu nombreuses[3] ; j'ai affirmé l'existence d'un minimum de pluviosité dans la vallée de la Garonne en amont de Montréjeau, sans avoir aucune indication sur ce tronçon de vallée[4]. Or depuis, j'ai eu des données complémentaires sur le bassin de l'Èbre : j'ai dû plusieurs fois modifier mes courbes, parce que *je n'avais pas été assez audacieux* dans l'application des principes indiqués ci-dessus. Lors de l'Exposition coloniale de 1931 une carte de pluviosité de l'Indochine a été dressée avec des données que j'ignorais : ma carte avait réalisé la presque totalité des modifications que les nouveaux documents avaient nécessitées. Un pluviomètre totalisateur placé sur mes conseils dans la vallée de la Garonne a révélé un minimum dont l'importance dépassait ce que je pouvais souhaiter. Tout ceci n'est pas pour mettre en relief sans modestie des qualités de flair, c'est, au contraire, pour montrer qu'en supprimant le plus possible l'interprétation, en se rendant le plus possible esclave des règles énoncées ci-dessus, on arrive à serrer de très près la vérité.

Il me semble donc que, pour la montagne, et étant donnée l'échelle, la carte ne subira sans doute par la suite que de faibles retouches. On n'y voit pas, comme dans les cartes d'Angot, l'Aubrac passer inaperçu, on n'y voit pas une pluviosité faible sur le front pyrénéen entre Arudy et Lourdes, on n'y voit pas les montagnes de Luchon où il tombe sans doute souvent 3 m. d'eau marquées avec moins de 1 200 mm. On pourrait citer d'innombrables cas analogues. Bénévent (1926, p. 259) en a relevé pour les Alpes[5].

La pluviosité en plaine. — Pour la plaine, la question se pose autrement. Les faibles ondulations du terrain ont-elles quelque influence sur le phénomène de précipitation qui se produit dans les nuages loin du sol ? Faut-il que les courbes soient esclaves des courbes de niveau ou, au contraire, doit-on trouver simplement de vastes

1. M. Lütschg a eu l'amabilité de me communiquer la carte inédite du Service météorologique suisse, mise à jour en 1934.

2. Brockmann-Jerosch, *Die Vegetation der Schweiz*, 1er livr., 1925 (*Pflanzengeogr. Kommission der Schw. naturhist. Gesellschaft. Beiträge zur Geobot. Landesaufnahme*, nº 12, Zurich).

3. H. Gaussen, *Note sur la pluviosité de l'Indochine* (*Trav. du Labor. forest. de Toulouse*, t. I, vol. I, art. X, Toulouse, 1931).

4. H. Gaussen, *Pluviosité estivale et pénétration de la végétation méditerranéenne dans les Pyrénées françaises* (*Ann. de Géographie*, t. XXX, Paris, 1921).

5. E. Bénévent, *Le climat des Alpes françaises* (*Mémorial de l'Office nat. météorol. de France*, nº 14, 1 vol., 436 p., Paris, 1926).

ondulations provoquées par le voisinage des reliefs ou de la mer ?

A priori, il est difficile de répondre. Cependant l'étude de la carte des données numériques de la France provoque quelques réflexions. Les péninsules, les caps isolés dans la mer, même quand ils sont montagneux, ont une pluviosité faible. La masse continentale par sa seule présence, indépendamment de toute altitude, suffit donc pour augmenter la pluviosité.

On est très surpris de voir l'influence sur la pluviosité d'aussi faibles reliefs que les ondulations armoricaines qui traversent le Val de Loire, la Touraine et l'Anjou. Ils agissent comme des « fronts montagneux » ; en arrière, on trouve des minima. Très atténuées, on trouve des lois comparables à celles de la montagne. Nous verrons que la réalité est plus complexe et que le relief n'est peut-être pas seul en cause.

Contrairement à ce qu'il paraissait assez logique de supposer, les faibles reliefs des plaines ondulées ont donc leur importance.

Les courbes seront sans doute moins sinueuses qu'en montagne, mais, si on songe qu'une courbe crée une discontinuité apparente entre des chiffres différant de quelques millimètres à peine, on pensera que les courbes réelles sont sans doute encore très sinueuses. Il est cependant raisonnable de les considérer comme moins tourmentées qu'en montagne.

J'espère que ces considérations me libéreront du reproche d'interprétation fantaisiste, et on excusera le caractère de discussion que j'ai donné à cette première partie. Je dois pourtant ajouter qu'avoir choisi un géobotaniste pour dresser une carte de pluviosité est une idée qui se justifie : la végétation est, en effet, un reflet précieux de conditions climatiques complexes où la pluviosité a une grande part. La recherche constante des raisons de la localisation des plantes amène à s'intéresser à tous les indices fournis par la végétation sur le climat. C'est aux météorologistes que reviennent l'établissement et la vérification des nombres ; ce sont les botanistes géographes[1] qui peuvent en faire le meilleur usage, surtout dans les études de détail, et lorsque les données numériques ne sont pas assez nombreuses.

II. — Les lois de la pluviosité moyenne

Établir des lois peut paraître une entreprise vaine quand on raisonne sur des moyennes. On ne comprendrait vraiment les lois de la pluviosité que par des études des divers phénomènes pris séparément. Une équipe de météorologistes étudiant, par exemple, un sys-

1. Ou les géographes quand ils font de la botanique. Évitons les incidents de frontière !

tème nuageux de Nantes à Paris et les pluies qu'il provoque apprendrait beaucoup sur la marche des précipitations dans cette région. Les observations éternelles aux mêmes points ne servent pas à grand'chose pour l'explication des phénomènes, et les moyennes arrivent même à les masquer. La pluie à Lorient n'est pas le même phénomène que la pluie à Nice, et la similitude des moyennes ne signifie rien.

Si, malgré ces imperfections, les moyennes font apparaître des lois dont on peut voir les effets en beaucoup de cas, c'est que ces lois sont d'une action très efficace et méritent d'être signalées.

Beaucoup d'entre elles sont classiques ou déjà énoncées dans diverses publications[1].

On pourrait ici étudier chaque région et expliquer les particularités qu'on y relève pour la pluviosité. Un très beau modèle serait fourni par les pages que Bénévent (1926) consacre à la pluviosité moyenne des Alpes.

Une fois cette étude faite, on verrait se dégager les lois de pluviosité qui serviraient de résumé ou de conclusion.

Pour la commodité de l'explication on peut, au contraire, énoncer des lois de pluviosité tout de suite et en montrer des vérifications sur la carte de France. C'est la méthode qui est employée ici.

1° **Loi d'altitude.** — *La pluviosité augmente avec l'altitude.* — La chose est bien connue, et les physiciens ont proposé diverses lois d'accroissement des précipitations avec l'altitude. Comme ils ne tiennent pas toujours compte des réalités géographiques, ils arrivent parfois à des résultats fâcheux.

Il n'est pas besoin de nombreux exemples pour montrer l'application de cette loi ; en voici un entre mille, d'après les données de Bénévent (1926) :

Les deux profils annexés à la carte de pluviosité, illustrent de façon parfaite le caractère général de la loi d'altitude.

Station	Altitude	Pluviosité
Grenoble	212 m.	1 069 mm.
La Tronche	220 —	1 146 —
Tencin	235 —	1 147 —
La Terrasse	244 —	1 166 —
Theys	615 —	1 259 —

Il s'agit du Grésivaudan, vallée régulière où les conditions locales ne cachent guère les phénomènes généraux.

1. H. Gaussen, *Végétation de la moitié orientale des Pyrénées*, Thèse Sciences, Paris, 1926, 1 vol., 560 p., Paris.

Sans établir de formule, on peut se demander comment est la courbe représentative de la fonction dans une région homogène. J'ai réalisé cette courbe pour l'ensemble du versant N de la chaîne pyrénéenne. Les conditions locales sont en somme assez régulièrement

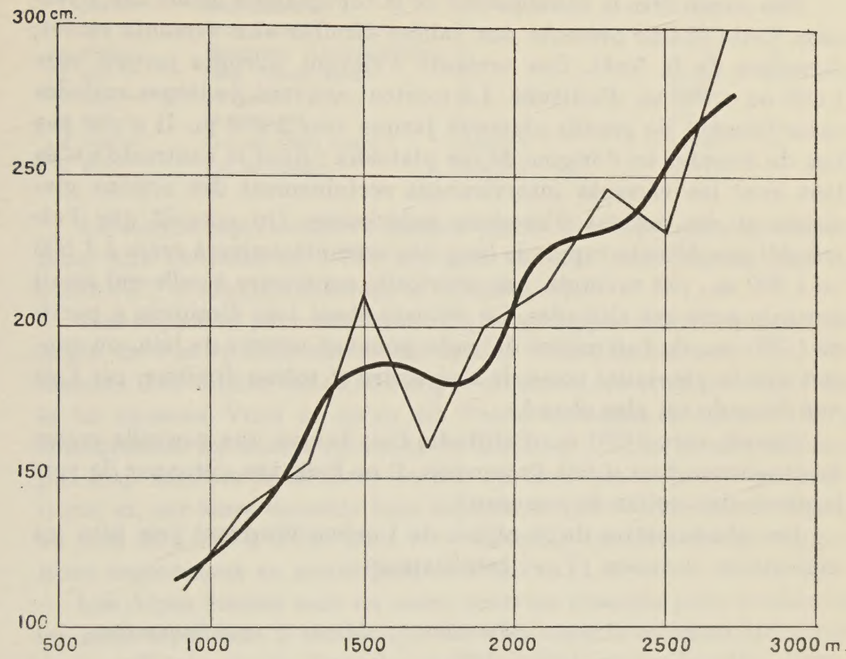


Fig. 1. — Courbe des précipitations moyennes de l'ensemble du versant Nord des Pyrénées.

Moyenne tous les 200 m. (trait fin) et moyenne de moyennes (trait fort). Échelle verticale à gauche, précipitations en centimètres ; en bas, altitudes en mètres.

analogues dans les diverses vallées pour qu'on ne s'expose pas à des erreurs trop grossières. Pour les hautes altitudes, nous n'avons malheureusement que les données imprécises fournies par les pluviomètres totalisateurs, et il est bon de faire quelques réserves. Pour établir la courbe, j'ai pris, par exemple, toutes les stations comprises entre 700 et 900 m. et fait la moyenne de leur pluviosité. Cette moyenne me donne un point de la courbe, et ainsi de suite tous les 200 m.[1] (fig. 1).

Cette courbe croît assez régulièrement avec l'altitude jusqu'aux environs de 1 600 m. ; son ascension cesse à cette altitude, il y a une diminution assez nette, puis l'ascension reprend au-dessus de 2 000.

1. Cette courbe est toute provisoire ; la rareté des stations la rend très douteuse pour les altitudes élevées. Il ne s'agit ici que de l'allure générale probable de la courbe.

Ici intervient la question du Maximum de pluviosité en altitude, question qui sera examinée plus loin.

A quoi attribuer cette diminution entre 1 600 et 2 000 m. d'altitude ?

Elle paraît être la conséquence de la topographie même des Pyrénées. Cette chaîne présente des vallées étroites aux versants raides, domaines de la forêt. Ces versants s'élèvent abrupts jusque vers 1 600 ou 1 700 m. d'altitude. Là existent souvent de larges surfaces usées formant de grands plateaux jusque vers 2 200 m. Il n'y a pas lieu de discuter ici l'origine de ces plateaux ; dans le contraste qu'ils font avec les versants interviennent certainement des actions glaciaires et des actions d'érosions antérieures. On conçoit que l'air refroidi par détente rapide le long des versants arrive à créer à 1 500 ou 1 600 m., par exemple, une pluviosité supérieure à celle qui serait normale pour ces altitudes. La détente étant très diminuée à partir de 1 700 m., de l'air moins détendu pouvant arriver de loin, on conçoit que la pluviosité cesse de s'accroître et même diminue, car l'air non détendu est plus chaud.

Quand, vers 2 000 m. d'altitude, l'air trouve une nouvelle masse montagneuse dont il fait l'ascension, il ne faut pas s'étonner de voir la pluviosité croître de nouveau[1].

Les pluviomètres de la région de Luchon illustrent très bien les indications ci-dessus (T. = totalisateur) :

Altitude	Stations		Pluviosité
—	—		—
623 m.	Bagnères-de-Luchon	(Angot)	949 mm.
980 —	Jouéou	T.	1 894 —
1 600 —	Esbas	T.	2 600 —
2 000 —	Aouéran	T.	2 048 —
2 670 —	Sacroux	T.	4 067 —

Une courbe illustre cette progression très remarquable. Établie par six années d'observations qui, chaque année, ont donné la même forme, cette courbe correspond certainement à la réalité.

2° **Loi du Maximum en montagne.** — *Les précipitations croissent jusqu'à une altitude A, au-dessus elles décroissent. L'altitude A est faible dans les massifs périphériques, elle s'élève quand on pénètre vers l'intérieur de la masse montagneuse.*

Un exemple bien étudié existe au Pic de Midi de Bigorre, de Luz au sommet du pic par la vallée de Barèges (T. = totalisateur) :

1. Si les sinuosités de la courbe au-dessus de 2 000 m. correspondent à la réalité, on aurait un phénomène un peu analogue à celui qui sera étudié avec la loi n° 6.

Altitude	Stations		Précipitations
—	—		—
709 m.	Luz	(Angot)	881 mm. d'eau
711 —	Luz	(années récentes)	969 —
1 200 —	Barèges-Artegalas	T.	1 449 —
1 701 —	Sers-Cassaet	T.	2 200 —
2 030 —	Sers Turon Bedouts	T.	2 350 —
1 800 —	Betpouey Ayré (Cabane)	T.	1 755 —
2 050 —	Sers Turon Beme	T.	1 827 —
2 068 —	Betpouey Ayré	T.	1 549 —
2 280 —	Sers Capet	T.	1 414 —
2 366 —	Col de Cinq Ours	(Angot)	2 295 —
2 859 —	Pic de Midi	(Angot)	1 631 —

La courbe représentative étudiée par Mr Harlé présente un Maximum aux environs de 1 700 m., puis diminue vers l'amont (fig. 2, courbe C′ ; le Maximum a reçu la notation *a′*).

Une objection peut être faite à ces données, par suite de la position isolée du Pic de Midi sur lequel agit la « loi d'isolement » citée ci-dessous. Les études faites aux Alpes montrent, je crois, la réalité de la loi énoncée. Voici ce qu'en dit Pardé (*Annales de Géogr.*, 1931) commentant les beaux résultats de Lütschg : « Les hautes chaînes pas trop abritées condensent de très épaisses lames d'eau atmosphérique, et, sur leurs versants bien exposés, la pluviosité semble croître au delà de 2 750 à 3 000 m.... » — « Vers la Jungfrau les précipitations augmentent au moins jusqu'à 3 810 m..... »

Les Alpes Suisses sont un assez mauvais exemple pour étudier la loi, mais cependant il semble que dans les massifs centraux la valeur de *A* soit très élevée. Dans les massifs périphériques français, l'altitude de *A* est faible, donc la loi paraît assez bien vérifiée.

Cependant l'examen de la figure 2 peut en permettre une étude plus poussée. Dans la courbe C, le Maximum *A* est reporté au-dessus de 3 000 m., et il existe d'abord un Maximum *a* vers 1 600 m. Dans la courbe C′, ce qui correspondrait à *A* n'existe pas, le maximum *a′* correspond à *a*.

La loi est peut-être la suivante, au moins aux Pyrénées : *Les précipitations croissent jusqu'à une altitude a, au-dessus elles décroissent. Dans les massifs élevés et non isolés existe un second maximum très supérieur au premier pour une altitude A qui peut être très élevée.*

3° **Loi des fronts montagnards.** — *Un front de montagne s'opposant perpendiculairement ou un peu obliquement à la progression des masses d'air humide provoque d'abondantes condensations.*

Les exemples les plus remarquables sont constitués par le front pyrénéen en Béarn, Bigorre, Comminges, Couserans et Ariège et par le front des Préalpes du Nord.

Dans le premier, l'isohyète de 1 500 mm. se place de 500 à 700 m.

vers l'O, pour s'élever progressivement à 1 200 à 1 300 m. vers l'E. Pour les Préalpes du Nord, Bénévent écrit : « L'isohyète de 1 500 millimètres se maintient généralement, dans les parties bien exposées aux vents d'Ouest, entre 500 et 700 mètres, et la lame d'eau qui tombe sur les sommets atteint ou dépasse probablement 3 m. »

Le profil pluviométrique de l'Océan aux Alpes montre bien le rôle d'écran ainsi réalisé par le Cantal et le Vercors. Ce dernier, bien que beaucoup plus bas que le Pelvoux, reçoit à peu près autant d'eau.

Fig. 2. — Courbes des précipitations sur le versant du pic Sacroux à Luchon (C) et sur le versant de Luz au pic de Midi (C′), d'après Mr Harlé.

Échelle verticale à gauche, précipitations en centimètres ; en bas, altitudes en mètres.

4º **Loi d'isolement.** — *Une montagne isolée a une pluviosité inférieure à celle qui conviendrait à son altitude.* Le fait est net au Pic de Midi de Bigorre et aux Diablerets. Plusieurs explications sont plausibles. La masse montagneuse est insuffisante pour refroidir l'atmosphère, et la condensation est plus faible que dans un massif épais de même altitude. Des courants ascendants se créent le long de la montagne, et les précipitations sont diminuées à leur passage. Les vents empêchent la chute dans les pluviomètres d'une partie de la neige et de la pluie.

Ainsi, alors qu'un front montagnard compact provoque de fortes condensations, un pic isolé en provoque peu.

5° **Loi d'abri en montagne.** — *A l'abri d'un massif montagneux provoquant un maximum de pluviosité, la vallée présente une pluviosité inférieure à celle qu'elle devrait à son altitude. Le minimum est d'autant plus accentué que le maximum est plus élevé ou que la montagne qui sert d'abri est plus haute.*

De très beaux exemples sont fournis par les Alpes et le Massif Central. Aux Alpes citons la Maurienne, la vallée d'Aoste et le Valais. Ces trois bassins sont abrités des influences humides atlantiques ou méditerranéennes par de puissants massifs. Ils présentent tous trois des minima remarquables. L'influence humide venant surtout de la moitié Sud de l'horizon, on peut dire que le principal abri de la Maurienne est réalisé par les massifs d'Arve, le principal abri de la vallée d'Aoste par le Grand Paradis, le principal abri du Valais par le Mont Blanc et les Alpes Pennines.

Le massif d'Arve et des Grandes Rousses est le moins important et culmine à 3 514 m. ; le minimum de Maurienne est supérieur à 600 mm. Le Grand Paradis est un puissant massif qui culmine à 4 050 m. ; le minimum d'Aoste est compris entre 500 et 600 mm. Les Alpes Pennines et le Mont Blanc constituent les plus hauts massifs des Alpes ; le minimum du Valais est aussi inférieur à 600 mm.

Au Massif Central septentrional existent trois massifs essentiels : Cantal et chaîne des Puys qui protègent la Limagne contre les vents pluvieux du SO, les monts du Forez qui protègent le Forez, les monts du Beaujolais qui protègent la basse vallée de la Saône.

La pluviosité dépasse 1 500 mm. et même 2 000 mm. dans l'ensemble Cantal-chaîne des Puys, le minimum est inférieur à 600 mm. en Limagne (565). La pluviosité dépasse 1 200 mm. aux monts du Forez, le minimum est supérieur à 600 mm. au Forez (602) ; au Beaujolais, la pluviosité supérieure à 1 200 mm. couvre une faible surface, le minimum sur la basse vallée de la Saône est en général supérieur à 700 mm.

Orientation de la vallée. — La loi d'abri ne joue que s'il y a réellement abri par le massif montagneux, et ceci dépend essentiellement de l'orientation de la vallée. Un exemple remarquable est fourni par les vallées de Campan et d'Aure aux Pyrénées centrales. L'une, ouverte au NO, est pluvieuse ; l'autre, N-S, protégée vers l'O, est relativement sèche. De même le Salat pluvieux contraste avec la vallée S-N de l'Ariège bien plus sèche. Les autres vallées N-S des Pyrénées ont des minima de pluviosité. Citons les minima de Saint-Jean-Pied-de-Port, Urdos, Luz, Arreau, Galié-Ore, Viella, Tarascon-sur-Ariège et, vis-à-vis des vents marins du SE, les minima de Prades sur la Têt et de Bellver sur le Sègre.

Quand une vallée traverse plusieurs rides montagneuses, elle peut présenter plusieurs minima successifs. Par exemple la Garonne au

Val d'Aran, puis au bassin de Galié-Ore ; la Durance à Sisteron, puis à Briançon.

La raison de ces minima de pluviosité sur les vallées paraît assez nette, comme j'ai déjà eu l'occasion de l'indiquer (1926). La vallée constitue au milieu des montagnes une masse chaude d'où s'élève une colonne d'air chaud[1]. On comprend que les nuages déjà déchargés d'humidité par le passage sur la montagne et en présence d'une élévation de température donnent peu d'eau de pluie au-dessus de la vallée.

6° **Lois de pluviosité en plaine.** — *Des oscillations de pluviosité se disposent perpendiculairement aux vents pluvieux.* — Le Bassin de Paris et l'Aquitaine sont en France les seules régions assez vastes pour qu'on y puisse étudier la pluviosité en pays de plaine. Étudions le bassin de Paris.

En schématisant, je signale : 1° une faible pluviosité (inférieure à 700) sur la côte de Rochefort à Lorient ; 2° une augmentation de pluviosité (de 700 à 1 000) entre Angoulême et Brest ; 3° une diminution (de 500 à 700) entre Poitiers et le cap Fréhel ; 4° une augmentation (600 à 800) entre Châteauroux et Argentan ; 5° une diminution (500 à 700) dans le bassin moyen de la Seine.

Toutes ces lignes sont orientées NO-SE, donc perpendiculairement à l'action du vent pluvieux dominant qui vient du SO.

Vis-à-vis des vents d'O, on a un peu les mêmes oscillations : *a*, une faible pluviosité en mer (inférieure à 800) ; *b*, une augmentation entre Batz et Lorient (800 à plus de 1 200) ; *c*, une diminution entre le cap Fréhel et Nantes (de 600 à 700) ; *d*, une augmentation entre Cherbourg et Rochefort (de 600 à 1 200) ; *e*, une diminution entre Argentan et Poitiers (de 500 à 800) ; *f*, une augmentation entre Villerville et Tours (de 600 à 900) ; *g*, une diminution entre Abbeville et Orléans (de 500 à 800).

Ces oscillations perpendiculaires aux deux vents pluvieux sont contrariées par la présence des massifs de Bretagne, de Normandie et du Perche, ce qui explique bien des anomalies de détail, mais je crois qu'elles correspondent à une réalité. Il faut donc tâcher d'en trouver une explication.

On peut d'abord remarquer que plusieurs des maxima corres-

1. Ce phénomène n'est pas comparable à celui de la colonne d'air ascendant qui s'élève des nappes d'eau ou des simples cours d'eau. Ces colonnes ascendantes si précieuses pour le vol à voile sont produites par de l'air léger (par suite de son humidité), mais non par de l'air chaud. Les mouvements ascendants de l'air ont peut-être tous un rôle pour diminuer la pluviosité. Elle serait plus faible sur les soulanes que sur les ombrées, plus faible sur les roches que sur la forêt, plus faible sur les terrains clairs et chauds (calcaires) que sur les terrains sombres et froids (siliceux).

Il faudrait pouvoir isoler chacun des phénomènes. On ne peut que les citer ici.

pondent à des reliefs, faibles, mais réels. Cet argument vaut pour 2, 3, 4, mais est plus contestable pour 5. Tours est plus bas que le plateau de Beauce, il y pleut pourtant davantage.

Le Bassin d'Aquitaine est un exemple très net de la diminution de pluviosité vers l'intérieur malgré l'augmentation d'altitude : de Bayonne à Toulouse en ligne droite, l'altitude moyenne augmente régulièrement, et la pluviosité diminue régulièrement.

Ces constatations amènent à énoncer deux lois : 1° *Loi de relief* : des reliefs, même faibles, augmentent la pluviosité ; 2° *Loi d'oscillation* : la côte maritime est moins pluvieuse que l'arrière-pays voisin. A une augmentation de pluviosité succède une diminution quand on s'enfonce vers le continent. Cette diminution est plus lente à se produire (Aquitaine) quand la pluviosité près de la mer est élevée. A l'Est de Toulouse, le phénomène est troublé par la présence du Massif Central.

On peut tenter l'explication suivante : l'air océanique abordant la côte en saison froide (qui est la plus riche en précipitations) trouve le continent plus froid que la mer. Les couches inférieures refroidies par ce contact arrivent à saturation, et il pleut à une certaine distance de la côte. La condensation dégageant de la chaleur, le refroidissement peut se limiter aux couches inférieures. Une fois la vapeur d'eau condensée, il ne pleut plus, d'où l'existence d'une région plus sèche à l'intérieur. Il faut un brassage de l'air, il faut que le refroidissement continental atteigne les nouvelles couches humides pour que la pluie se produise de nouveau. Pendant ce temps, la masse d'air a progressé vers l'intérieur, puis le phénomène recommence.

On aurait là une explication de ces oscillations dont la première est certaine et dont les suivantes doivent rapidement s'atténuer.

La pluie en un point dépendra donc de deux influences : l'altitude du point, qui crée le refroidissement de l'air (avec toutes ses nuances, creux à gel, etc.), et l'état de l'atmosphère, qui présente au refroidissement une couche d'air humide ou une couche plus sèche. La première influence se traduit sur la carte par l'action nette des reliefs même faibles, la seconde se traduit par une certaine oscillation dépendant de la distance de la côte et non du relief.

Nous sommes très loin de pouvoir préciser ces questions, mais il était intéressant de poser le problème.

Notons que, jusqu'à un certain point, on trouve des phénomènes analogues dans la vallée de l'Èbre par rapport aux vents méditerranéens.

La pluviosité le long de nos fleuves. — La superposition des influences analysées ci-dessus, tant pour la montagne que pour les vallées, a pour effet de donner une allure ondulée au profil pluviométrique le long des vallées fluviales.

Suivons la Garonne : Maximum à ses sources (supérieur à 2 500 mm.), minimum à Viella (937), Maximum à Lés (1 219), minimum à Galié-Ore (781), Maximum à Montréjeau (910), minimum à Toulouse (575), Maximum à Bordeaux (plus de 800), minimum à Cordouan (560).

Que le lecteur suive le cours de la Loire ou de l'Allier, du Rhône et de la Saône, du Rhin, de la Seine, il trouvera des oscillations analogues. Bien que l'altitude diminue constamment de la source à l'embouchure, la pluviosité suit des variations très différentes. Le profil de la Garonne donne une image de ce caractère (fig. 3).

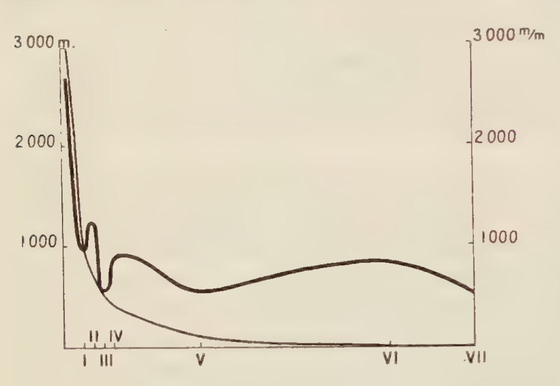


Fig. 3. — Profil pluviométrique de la Garonne.

Trait fin, profil ; trait fort, profil pluviométrique. — Échelle à gauche, altitudes en mètres ; à droite, hauteurs pluviométriques annuelles en millimètres. — En bas, plusieurs stations : I, Viella ; II, Lés ; III, Galié ; IV, Montréjeau ; V, Toulouse ; VI, Bordeaux ; VII, Cordouan.

Les grandes différences entre les diverses parties des courbes montrent qu'il n'y a là aucun phénomène général : ce sont les influences locales qui créent une succession irrégulière de maxima et de minima. Il était cependant intéressant de la signaler.

7º **Lois de la pluviosité côtière.** — Certaines sont contenues dans les indications ci-dessus, mais il n'est pas inutile de les réunir en un faisceau spécial.

Sur une côte plate la pluviosité est plus faible qu'à l'intérieur.

La côte landaise en est un excellent exemple que le profil pluviométrique de l'Océan aux Alpes montre d'une façon nette.

Citons par exemple deux profils de l'Océan vers l'intérieur :

Station	Altitude	Pluviosité
Cap Ferret	48 m.	736 mm.
Arcachon	10 —	876 —
Audenge	6 —	972 —

et plus au Sud près de Bayonne :

Ondres	? —	1 060 —
Saint-Martin-de-Hinx	40 —	1 402 —

La côte plate méditerranéenne donne des indications analogues.

Les côtes plates sont souvent sableuses, donc réverbèrent de la chaleur, d'où une colonne d'air ascendant qui contribue à diminuer la pluviosité.

Sur une côte rocheuse les précipitations s'accroissent vite, en général plus vite que sur une côte plate.

L'augmentation rapide provient, non de la nature rocheuse, mais du fait que les pentes y sont fortes surtout quand l'intérieur est montagneux. Les courbes se pressent du cap Béar vers l'intérieur ou de Villefranche vers les Alpes maritimes, de même en Corse où le contraste est net entre la côte plate à l'E et la côte rocheuse à l'O.

Les caps isolés ou les presqu'îles s'avançant profondément dans la mer ont une pluviosité plus faible que ne le ferait prévoir leur altitude.

J'avais noté ce fait au cap Béar en 1926 (p. 110) et l'attribuais à l'isolement. Bénévent le notait à la même époque à Giens, à la Garoupe, à Villefranche et l'attribuait au fait que ces péninsules baignées par la mer n'offrent pas une masse refroidie suffisante pour provoquer les condensations. Les deux opinions se complètent, et les actions se superposent. L'isolement est plus important pour les promontoires élevés, le peu de surface refroidie est plus important pour les presqu'îles plates.

De nombreux exemples peuvent être cités sur les côtes de France : cap de la Hague, île de Bréhat, île de Batz, Ouessant, Bec du Raz de Sein, Penmarch, phare du Four, pointe Saint-Gildas, cap Corse.

Action du vent.

Comme je l'avais fait remarquer en 1931[1], il semble que sur les côtes méditerranéennes les régions les moins pluvieuses correspondent à celles où mistral ou tramontane soufflent avec le plus de violence. Il y aurait là une question à étudier ; il n'y a pas lieu d'entreprendre cette étude ici.

Action des courants marins.

Les variations de pluviosité le long des côtes peuvent avoir une de leurs raisons dans l'entraînement des masses d'air par les courants marins et par leurs températures différentes. La brusque diminution de pluviosité à Lorient et la faible pluviosité de la côte vers le Sud auraient peut-être là une partie de leur explication.

Les ensembles pluviométriques et les valeurs remarquables de la précipitation. — Je voudrais ici attirer l'attention sur les points essentiels qui apparaissent sur la carte et ne nécessitent donc guère de commentaires.

1. H. Gaussen, *Les sols et le climat méditerranéens en France* (*Le Chêne*, nº 2, 1931, p. 71-98, 2 cartes en couleurs, Paris).

Les ensembles pluviométriques dont la distinction s'impose sont les suivants[1] :

1° *Ensemble picard-normand-breton.* — Le long des côtes de la Manche, on voit quatre régions de maxima : Artois, Caux, Massif normand, monts de Bretagne, séparées par trois couloirs de pluviosité plus faible : Somme, Orne, trouée de Rennes.

2° *Ensemble du bassin franco-ligérien.* — De l'Océan aux ceintures extrêmes du Bassin de Paris se place un ensemble sec au centre et de pluviosité croissante vers la périphérie. Les rides de Vendée et de Touraine constituent des bandes un peu plus humides.

3° *Le Massif Central Sud-occidental.* — Du Poitou au Puy de Dôme, au Cantal et au mont Lozère s'étale une vaste région largement ouverte aux vents pluvieux du Sud-Ouest et formant comme un glacis où se déversent d'abondantes précipitations.

4° *Gascogne humide et Basses-Pyrénées.* — Une région d'humidité croissant du N vers le S couvre la Gironde, les Landes et les Basses-Pyrénées. Ces dernières constituent la partie dite « atlantique » des Pyrénées franco-espagnoles. Leur limite orientale se place sur le chaînon : Gabizos-Balaytous, sur le méridien de Pau.

5° *Les Pyrénées centrales.* — Lavedan, Bigorre, Comminges Couserans, Foix et Pays de Sault constituent un ensemble montagneux à sommets pluvieux, mais à vallées relativement sèches nettement apparentes sur la carte.

6° *Centre Aquitaine, Languedoc, Roussillon, Provence occidentale.* — Tous ces pays ont une lame de précipitations faible ; ce sont des régions venteuses bordées de montagnes plus humides.

7° *Alpes sèches, Provence orientale et Corse.* — De Toulon au Vercors comme limite occidentale s'étend une région assez complexe où existent des minima de vallées et une tonalité générale sèche, étant donnée l'altitude. La Corse peut se rattacher à ce type.

8° *Alpes humides, Jura et Vosges.* — Ces massifs montagneux reçoivent d'abondantes précipitations, mais derrière les puissants abris des massifs alpins se placent des vallées sèches dont la Maurienne est le meilleur exemple en France.

9° *Nord-Est du Massif Central, Sillon Rhodanien bourguignon.* — A l'abri des écrans pluvieux du troisième ensemble se place une région dont la pluviosité est soumise à de multiples actions du relief. En Limagne se place un minimum assez accentué.

10° *Ardennes-Lorraine-Alsace.* — A l'abri des auréoles externes du Bassin de Paris et des Vosges se créent des variations de pluviosité qui caractérisent un dixième ensemble. Au maximum élevé des Vosges correspond un minimum remarquable dans la région de Colmar.

Ayant ainsi défini les principaux ensembles, il n'est pas inutile d'attirer l'attention sur quelques valeurs remarquables qui frappent à l'examen de la carte.

1. Il s'agit, non des régimes pluviométriques, mais de la pluviosité moyenne annuelle.

Deux minima inférieurs à 500 mm. existent au Sud-Ouest de Paris. Ils représentent en réalité des variations de peu d'importance. Les points voisins dépassent à peine 500, et ces minima atteignent presque cette valeur. Il n'y a donc pas lieu de les étudier.

Je ne me suis jamais permis de modifier les données d'Angot, mais quelque doute subsiste pour moi pour le minimum où est indiqué un ? au Nord-Ouest de Pau. Je n'en vois pas la raison. Il doit y avoir une erreur d'observation.

Pour les hauts sommets des Alpes et des Pyrénées, les pluviosités supérieures à 2 500 mm. ont été indiquées, malgré une grande pénurie de documents. Je crois être resté au-dessous de la vérité pour leur étendue.

Utilisation de la carte. — Sans vouloir ici montrer tout le profit qu'on peut tirer des cartes de pluviosité pour un grand nombre de problèmes morphologiques ou biologiques, j'indique seulement un exemple.

La capture probable des rivières occidentales du plateau de Lannemezan par les rivières du Béarn est sans doute due en partie à la forte pluviosité du fond du golfe de Gascogne ; la carte semble le montrer assez clairement.

Si on combine la carte de pluviosité avec celle du nombre de jours de pluie pour avoir une idée de l'intensité des précipitations, on pourra remarquer, par exemple, que les fortes érosions du versant méditerranéen des Cévennes trouvent une partie de leur explication dans les pluies diluviennes qui tombent sur cette région.

Quant à la biologie, les exemples seraient innombrables et il est inutile d'en signaler.

III. — Le nombre de jours de précipitations

La carte du nombre de jours de précipitations figure dans un carton à droite de la carte principale. Elle présente un très grand intérêt car, mieux que la carte de pluviosité moyenne annuelle, elle correspond à l'idée qu'on se fait des climats de la France.

A. **Construction de la carte.** — Les sources ont malheureusement une incertitude plus grande que pour la grande carte. L'appréciation d'un jour de pluie est variable suivant les observateurs. On trouvera dans l'ouvrage de Bénévent des indications précises à ce sujet. Ici, on compte la pluie supérieure à 1 mm. ou la neige équivalente (en eau de fusion).

Les documents utilisés sont dus, en majorité, aux stations récentes de l'Office national météorologique et correspondent en général à la période 1921-1930. Pour les Alpes, j'ai utilisé les documents

publiés par Bénévent, qui se rapportent à d'autres périodes (en général 1891-1910). Les chiffres communs ne diffèrent pas beaucoup, et il n'y a pas lieu d'envisager d'interpolations hasardeuses. Pour les Pyrénées, j'ai utilisé diverses séries publiées en 1926 et d'autres que j'ai réunies depuis.

Les nombres ont été en général acceptables et n'ont pas fait apparaître d'hérésies géographiques inadmissibles. Si le détail des courbes est sujet à revision, on peut admettre que les lignes générales sont établies.

B. **Analyse de la carte.** — Un premier point frappe par comparaison avec la carte de pluviosité : les courbes sont moins tourmentées en pays de montagne. Ce n'est pas l'insuffisance de documentation qui est en cause. A l'échelle utilisée, on peut dire que Savoie et Dauphiné sont bien connus ; de même les Pyrénées orientales. J'avais déjà fait cette remarque en 1926 et donnais pour raison que, si en un point abrité la pluie est beaucoup moins abondante qu'aux montagnes environnantes, il y pleut presque aussi souvent. Les contrastes de détail sont donc atténués.

Au contraire, les contrastes dus à la façon de pleuvoir, qui intéressent des régions entières, sont fortement accusés.

Les pays méditerranéens à pluies violentes et de courte durée se distinguent nettement de tout le reste de la France, alors qu'ils ne se séparent pas dans la carte de pluviosité.

On aurait un contraste encore plus marqué si on pouvait dresser la carte du nombre d'heures de pluie ; malheureusement les données n'existent pas.

Les faits principaux qui se dégagent de l'étude de la carte sont les suivants.

Un régime de pluies fines et fréquentes règne sur la côte atlantique, mais surtout au Nord d'Arcachon. Les chutes sont au contraire plus abondantes dans les Landes et les Basses-Pyrénées.

Un parallélisme assez grand existe avec la carte de pluviosité pour le Poitou, l'Anjou et la Bretagne orientale. Il semble que les pluies fines y dominent et qu'une diminution de pluviosité s'accompagne toujours d'une diminution du nombre de jours de pluie.

D'une façon analogue, la ligne qui, du Berry, par la Touraine, vient rejoindre le massif normand présente une augmentation de pluviosité et aussi une augmentation du nombre de jours pluvieux.

De nouveau le minimum du Bassin de Paris apparaît simultanément sur les deux cartes, cependant Paris se montre favorisé de pluies plus fréquentes que la Beauce qui a pourtant une pluviosité totale analogue. Les poussières et les fumées de la grande agglomération occasionnent-elles des condensations plus fréquentes ? Le fait que

Lyon est dans le même cas fait considérer cette idée comme plausible.

A part la différence pour Paris, on retrouve des faits analogues dans les deux cartes : les ceintures orientales du Bassin de Paris, par exemple, ont des dessins comparables. Les coteaux de l'Artois et de la Thiérache créent un maximum dans les deux cartes, ainsi que la ceinture Sud-Est du Bassin jusqu'au Morvan et en Limousin.

On peut donc en conclure que, au Nord-Ouest de la ligne qui de Bordeaux va en Lorraine, les pluies fines ont un régime assez homogène, puisque la similitude des deux cartes est nette. Ce régime peut être appelé atlantico-séquanien.

Au Sud-Est de cette ligne, les conditions se modifient nettement. Cette modification est particulièrement sensible dans les Landes, où l'augmentation de pluviosité par rapport aux Charentes s'accompagne d'une diminution du nombre de jours de précipitation. Au Bassin d'Aquitaine, plus arrosé que le Bassin de Paris, la pluie est moins fréquente, le pays est plus ensoleillé. Mais le point le plus curieux est fourni par le rebord du Massif Central. La forte pluviosité y est répartie en un nombre de jours relativement faible. Cela n'étonnera personne : les pluies diluviennes des Cévennes sont célèbres.

Il y a donc en Aquitaine, au Massif Central oriental et jusqu'en Bourgogne une pénétration du régime méditerranéen.

La division des Alpes en Alpes humides et sèches apparaît beaucoup plus sur la carte du nombre de jours que dans celle de pluviosité. Le grand minimum de la Maurienne reste très visible, l'ampleur de la vallée est une explication valable.

La question des parties élevées des montagnes ne peut pas encore être traitée avec une sécurité suffisante. Il est possible que l'étage montagnard (Hêtre, Sapin) corresponde à un nombre de jours de pluie particulièrement élevé. Mais il est probable que, malgré l'augmentation de pluviosité dans l'étage subalpin (Pin à crochets, Mélèze, Pin Cembro), le nombre de jours de pluie diminue.

On ne peut pas terminer l'analyse de la carte du nombre de jours de précipitations sans signaler qu'elle est bien plus fertile en enseignements biologiques[1] que celle de la pluviosité. Qu'on songe à la limite de l'Olivier, à la limite de culture de la Vigne, aux survivances des plantes subméditerranéennes, on verra que la carte permet des rapprochements intéressants. Si on fait intervenir un correctif de température, on peut placer la limite de l'Olivier au-dessous de 100 jours de pluie, alors que la pluviosité même estivale ne permet pas d'expliquer la limite en Ardèche. La culture de la Vigne ne dépasse guère la ligne de 160 ou 170 jours de pluie. Les pénétrations

1. Le lecteur pourra faire d'intéressantes comparaisons avec les cartes floristiques et les cartes de végétation que publiera l'*Atlas de France*.

ou plutôt survivances submediterranéennes au Massif Central n'intéressent pas les parties qui ont plus de 150 jours de pluie[1].

C'est que la carte des jours de précipitations est un peu la carte du soleil ; elle rétablit l'idée courante et parfaitement juste qui attire vers la Côte d'Azur ceux qui désirent du soleil ; la carte de pluviosité ne montrait pas du tout ce caractère.

Il est donc à souhaiter que la connaissance du nombre de jours de pluie se perfectionne, pour pouvoir établir une carte plus précise. Mais il ne semble pas très intéressant d'en augmenter beaucoup l'échelle. Alors que la petite carte du nombre de jours de pluie révèle très bien les ensembles climatiques de la France, si on veut faire une étude de détail, c'est la carte de pluviosité qui devient essentielle. Cette dernière, en effet, correspond à de grandes variations de détail, alors que le régime général que révèle la première ne présente pas de variations notables sur de petites surfaces.

Il me paraît souhaitable d'établir une carte des précipitations à l'échelle de 1 : 500 000[2], alors que l'échelle de 1 : 2 000 000 par exemple est ce qu'on peut souhaiter de plus convenable pour une bonne carte du nombre de jours de précipitations.

IV. — Le nombre de jours de neige

A ma connaissance, cette carte n'avait jamais été tentée avec quelque détail.

A. **Construction de la carte.** — Observer un jour de neige est facile, et les données sont assez exactes. Elles ont été très nombreuses aux Alpes et assez nombreuses aux Pyrénées. Grâce au bel effort des forestiers sous la direction de Mr Mougin, nous avons des renseignements sur la montagne, où l'étude de la neige a son importance. On peut dire que, à l'échelle considérée, la carte est assez voisine de la vérité de ces dernières années.

B. **Analyse de la carte.** — Les jours de neige ont beaucoup plus de rapport avec les températures qu'avec la pluviosité. Il s'agit naturellement de la température hivernale. Si on ramenait au niveau de la mer le nombre de jours de neige, la carte serait certainement très voisine de celle des isothermes hivernales. C'est dire qu'en plaine

1. Aux Charentes, la faible pluviosité, la température douce, la nature du sol compensent le nombre de jours de pluie pour permettre les plantes subméditerranéennes.

2. Cette carte existe pour le Bassin d'Aquitaine, les Pyrénées, le Bassin de l'Èbre et les plateaux de Vieille-Castille (Ministère des Travaux publics, Service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest) (1934). Une carte à 1 : 600 000 existe pour la Suisse depuis 1923. Elle déborde largement sur le territoire français.

on doit trouver des lignes N-S dans l'Ouest et le Nord de la France et O-E dans le Midi méditerranéen.

Mais les chiffres ne sont pas ramenés au niveau de la mer, et les isothermes réelles subissent fortement l'influence de l'altitude. Il suffit d'avoir vu tomber des neiges précoces ou tardives dont la limite inférieure est rigoureusement horizontale pour se rendre compte de l'importance essentielle que les courbes de niveau doivent avoir.

La carte des isothermes vraies de janvier (cf. carte n° 13, de Bénévent, dans l'*Atlas de France*) ressemble à celle des jours de neige.

Voyons les points les plus importants révélés ici.

D'abord, on peut noter qu'il n'y a aucun rapport avec la carte du nombre de jours de précipitations. Au Massif Central l'opposition est très nette, dans le Bassin de Paris aussi. Aux Alpes et aux Pyrénées, la carte se rapproche beaucoup plus de la carte de pluviosité, sauf, peut-être, pour les minima de vallée, qui sont moins accentués. L'hypsométrie est ici souveraine en montagne, et l'abri a moins d'importance que pour la pluviosité. Le rivage atlantique subit forte ment l'influence des eaux tièdes océaniques, et Pau, Bordeaux, la Rochelle voient aussi rarement la neige que les bords de la Méditerranée.

Sans le Massif Central, la limite des 10 jours de neige suivrait à peu près le méridien de Paris jusqu'au niveau de Nevers et de là passerait vers la vallée du Rhône. La présence du Massif Central repousse cette courbe vers le Limousin, la Montagne Noire, et elle englobe toute la masse froide du massif. Les collines de Normandie créent un îlot d'enneigement assez étendu, le Pays de Bray aussi.

La courbe de 20 jours de neige se place à l'Est du Bassin de Paris et vient englober Vosges, Jura et Alpes. Il est curieux de voir que les Alpes de Provence si rarement arrosées ont pourtant un nombre de jours de neige considérable.

La plaine d'Alsace doit à sa faible altitude de retrouver des nombres inférieurs à 20.

La courbe de 50 limite le domaine de la haute montagne, elle se tient aux environs de 2 000 m. d'altitude aux Alpes ou aux Pyrénées. L'étude de détail ne peut pas encore être faite.

C. **Nombre de jours de neige et altitude.** — La carte permet d'établir, avec les données des Alpes et des Pyrénées, une représentation graphique du rapport entre le nombre de jours de neige et l'altitude (fig. 4).

J'ai disposé des résultats de 161 stations pour les Alpes et de 63 stations pour les Pyrénées. Ce sont des nombres insuffisants pour établir des courbes définitives, mais suffisants pour avoir une idée de la forme des courbes moyennes. Malheureusement le nombre de stations au-dessus de 1 500 m. d'altitude est trop faible. En s'arrê-

tant à cette altitude, en séparant les Alpes du Nord des Alpes du Sud, on obtient les courbes enveloppantes ci-dessous.

Étude des courbes. — A l'intérieur des courbes enveloppantes a été tracée une courbe qui représente à peu près la moyenne des valeurs prises de 200 en 200 m.

Ces courbes nous apprennent quelques notions intéressantes.

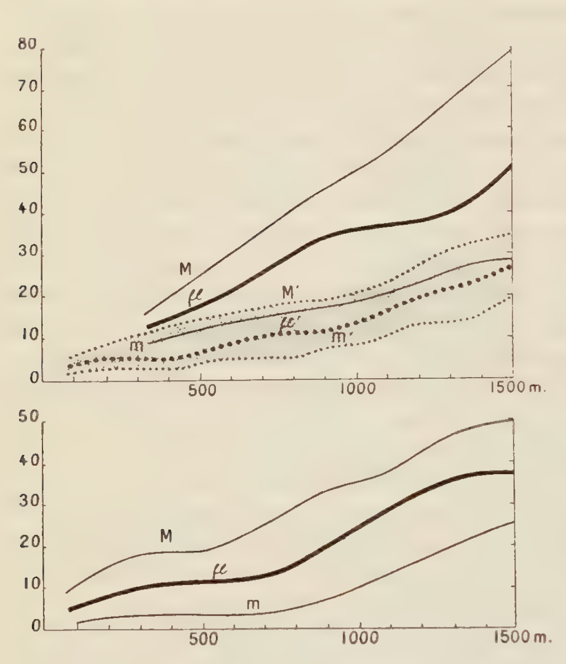


Fig. 4. — Nombre des jours de neige en fonction de l'altitude dans les hauts massifs français.

En haut, traits pleins, Alpes du Nord ; M, maxima ; μ, moyenne ; m, minima ; — pointillé, Alpes du Sud : M', maxima ; μ', moyenne ; m', minima. — En bas, Pyrénées : M, maxima ; μ, moyenne ; m, minima. — Échelle verticale à gauche, nombre de jours de neige ; échelle horizontale altitudes, en mètres.

1° Les Alpes du Nord ont leurs maxima presque rigoureusement proportionnels à l'altitude (la ligne supérieure M est presque une droite). Les minima présentent une courbe un peu plus sinueuse particulièrement croissante entre 1 000 et 1 500 m. d'altitude (m).

La courbe moyenne μ a une croissance rapide entre 600 et 1 100 m., puis présente presque un palier, pour remonter vers 1 300 m. Cette forme n'est pas encore établie d'une façon suffisamment certaine pour qu'on puisse chercher à en donner l'explication.

2° Les Alpes du Sud sont jusqu'à 1 200 m. presque toujours moins neigeuses que les stations les moins neigeuses des Alpes du Nord.

La courbe moyenne après un palier vers 400 m. qui correspond sans doute à des conditions purement méditerranéennes, s'élève de 400 à 700 m., puis présente un palier jusqu'à 1 000 m., et s'élève ensuite régulièrement.

Si on reculait la courbe de 300 m. environ vers la droite, elle serait presque parallèle à celle des Alpes septentrionales avec une diffé-

rence d'une vingtaine de jours. C'est dire que si on abaissait les Alpes du Nord de 300 m. elles auraient, à altitude égale, une vingtaine de jours de plus que les Alpes du Sud.

3° Les Pyrénées se placent entre les Alpes du Nord et du Sud.

La courbe moyenne est intermédiaire entre les deux autres et présente une montée rapide à partir de 800 m. Ceci peut sans doute être mis en rapport avec les conditions topographiques de la chaîne pyrénéenne. J'ai rappelé plus haut un phénomène analogue à propos de la pluviosité. La topographie moyenne des Pyrénées présente entre 700 ou 800 m. et 1 700 ou 1 800 m. une pente assez brusque à laquelle succède entre 1 800 et 2 400 m. environ une pente plus faible. Un rapide accroissement de pluviosité en est la conséquence; il est naturel qu'il y ait un rapide accroissement du nombre de jours de neige.

Formules représentatives. — Si on se contente d'un ordre de grandeur, on peut assimiler les courbes moyennes à des droites au moins jusque vers 1 400 m.

On trouvera le nombre de jours de neige approximatif d'un point des *Alpes humides* en appliquant la formule $j = 5 + 0{,}03a$[1]. Si on veut une limite de l'erreur, on pourra dire que le nombre maximum est donné par $J_M = 5 + 0{,}05a$, le nombre minimum par $j_m = 5 + 0{,}017a$.

Voici quelques exemples :

Theys (Isère) : $a = 615$ m. ; $j = 5 + 18 = 23$; $J_M = 5 + 35 = 40$; $j_m = 5 + 12 = 17$. Le nombre est compris entre 17 et 40 avec comme valeur probable : 23. En réalité, c'est 22,8.

Les Contamines (Arve) : $a = 1\,160$; $j = 5 + 34 = 39$; $J_M = 5 + 58 = 63$; $j_m = 5 + 20 = 25$. Le nombre est compris entre 25 et 63 avec pour valeur probable 39. En réalité c'est 40,5.

On peut déjà, par cette méthode, voir quelles sont les stations à neige plus fréquente ou moins fréquente que la moyenne approximative. Le calcul est simple.

Pour les *Alpes sèches*, on peut avoir une formule plus précise, car les valeurs maxima et minima sont bien moins différentes.

$$j = 1 + 0{,}015a \,; \quad J_M = 1 + 0{,}024a \,; \quad j_m = 1 + 0{,}013a.$$

Voici deux exemples :

Meyronnes (Ubaye) : $a = 1\,599$; $j = 1 + 24 = 25$; $J_M = 1 + 38 = 39$; $j_m = 1 + 21 = 22$. Le nombre est compris entre 22 et 39 avec comme va-

1. j = nombre de jours de neige ; a = altitude exprimée en mètres.

leur probable 25. Il est cependant probable, étant donné la forte altitude et l'allure montante de la courbe que le nombre sera plus près du maximum que de la moyenne. Il est de 34.

La Motte du Caire (Durance) : $a = 670$; $j = 1 + 10 = 11$; $J_M = 1 + 16 = 17$; $j_m = 1 + 8,5 = 9,5$. Le nombre, est compris entre 9,5 et 17 avec comme valeur probable 11. C'est 10.

Pour les *Pyrénées*, on peut établir les formules suivantes.

$$j = 2 + 0,025a\,; \quad J_M = 2 + 0,04a\,; \quad j_m = 2 + 0,015a.$$

Voici deux exemples :

La Cabanasse (Têt) : $a = 1\,500$; $j = 2 + 37 = 39$; $J_M = 2 + 60 = 62$; $j_m = 2 + 22 = 24$. Le nombre est compris entre 24 et 63 avec comme valeur probable 39. C'est 29,5. Nous sommes à l'Est de la chaîne.

Saleix (Vicdessos) : $a = 875$; $j = 2 + 22 = 24$; $J_M = 2 + 35 = 37$; $j_m = 2 + 13 = 15$. Le nombre est compris entre 15 et 37 avec comme valeur probable 24. C'est 34. La position à l'Est d'un col est toujours favorable aux chutes de neiges, aux Pyrénées.

Ces quelques exemples montrent comment on peut voir, sans graphique, les particularités d'une localité au point de vue de ses chutes de neige.

Dans les *autres régions de la France*, les choses se passent de la même façon, à condition de prendre comme premier chiffre : 1 pour le climat méditerranéen, 2 pour le climat aquitain, 3 pour la Bretagne et les bassins inférieurs de la Loire et de la Seine, 5 pour les contrées à l'Ouest du méridien de Nancy et pour le Massif Central, 10 plus à l'Est et 15 à l'Est des Vosges.

La formule moyenne serait :

$$j = 5 + 0,025a\,; \quad J_M = 15 + 0,05a\,; \quad j_m = 1 + 0,013a$$

valable pour les altitudes inférieures à 1 500 m.

Il n'y a pas lieu d'attribuer une valeur excessive à des formules qui éloignent du point de vue géographique. Elles ont cependant l'intérêt de donner une valeur moyenne et donc d'attirer l'attention sur celles des valeurs qui s'en écartent. Il y a lieu d'expliquer ces valeurs exceptionnelles sans pour cela les considérer comme des anomalies ; elles résultent de conditions géographiques particulières.

Le phénomène de la neige est très important pour la vie en montagne, et on voit que la petite carte commentée ici pourra donner une image générale de la question.

Une carte très intéressante serait celle de la durée de l'enneigement, car elle serait plus synthétique, réunissant à la fois des influences d'altitude et d'exposition. Mais cet intérêt n'apparaîtrait que dans le détail. Les documents manquent encore d'une façon presque complète. Il serait souhaitable que les milieux sportifs qui s'occupent du ski réunissent cette documentation dont ils seraient les premiers à bénéficier.

V. — Conclusion

Les diverses cartes qui viennent d'être étudiées sont des cartes de moyennes. En dehors des régions de montagne où les courbes se resserrent, ce qui justifierait des cartes à plus grande échelle, il ne semble pas qu'il y soit très utile de chercher une précision plus grande (voir p. 457). Une moyenne a une valeur d'indication, mais les cartes d'extrêmes auraient aussi beaucoup d'intérêt. Ainsi une carte du nombre de jours consécutifs sans pluie, ou avec pluie, une carte du nombre d'heures de pluie, de la grosseur des gouttes, une carte de la quantité de neige tombée, une carte d'eau de fusion de la neige tombée, de la durée de l'enneigement, une carte des précipitations par vent d'O ou d'E par exemple, fourniraient des indications fort intéressantes. Il paraît plus urgent de consacrer du temps à les réaliser[1] que d'employer ce temps à rendre un peu plus précises les cartes qui viennent d'être présentées. Telles qu'elles sont, celles-ci permettent de montrer que pour les précipitations comme pour les autres facteurs du climat, la France est un pays très varié, mais modéré dans l'amplitude des variations. Cette sorte de pondération fait de la France un des pays les plus favorisés, et il est peut-être permis de penser que l'harmonie de ses paysages, l'équilibre de tempérament de ses habitants ont en partie leur origine dans le climat.

H. Gaussen.

1. Malheureusement les données météorologiques permettent difficilement l'élaboration de ces cartes, et nous sommes encore bien loin de la connaissance complète du régime des précipitations.

ESSAI SUR LA MORPHOLOGIE DE L'ANJOU MÉRIDIONAL (MAUGES ET SAUMUROIS)

Les terrains primaires, d'une part, à l'Ouest, les terrains secondaires et tertiaires, d'autre part, à l'Est se partagent à peu près également la partie de l'Anjou qui est située au Sud de la Loire. La vallée du Layon, qui marqua en 1793 la limite du soulèvement vendéen, sépare dans l'Anjou du Sud deux régions naturelles bien distinctes : les Mauges, à l'Ouest, le Saumurois, à l'Est. La persistance du Bocage sur les schistes primaires des Mauges, la vigne qui grimpe sur les coteaux calcaires du Saumurois nous avertissent que nous nous trouvons dans une région typique de contact entre un massif ancien, ici le Massif Armoricain, et une plaine sédimentaire plus récente, là les plateaux peu élevés et généralement calcaires qui encadrent la moyenne vallée de la Loire et qui se prolongent à travers la Touraine. L'intérêt de l'étude du relief du Sud de l'Anjou, ce sont les relations que l'on peut découvrir entre l'histoire de la partie armoricaine de la région, le plateau des Mauges, et celle de la région secondaire et tertiaire du Saumurois[1].

Un coup d'œil sur une carte du relief nous montre qu'au delà du plateau primaire massif des Mauges quatre zones de relief grossièrement parallèles au cours du Layon et orientées SE-NO se rencontrent si l'on va, par exemple, de Chemillé à Saumur. Ce sont la dépression monoclinale du Layon, — les hauteurs du Layon, qui la bordent à l'Est, — la dépression cénomanienne qu'on pourrait aussi appeler le pays des faluns, tant ces dépôts superficiels y sont abondants, — et enfin le petit massif tertiaire, qui borde la Loire entre Saumur et Angers.

Les Mauges se présentent comme un plateau d'allure très uniforme malgré son étendue. Entre Champtoceaux, Chalonnes, Che-

1. Ouvrages consultés : Welsch, *Essai sur la géographie physique du seuil du Poitou* (*Ann. de Géogr.*, 1892). — Gal de la Noë et Emm. de Margerie, *Programme d'une étude sur le tracé des cours d'eau de la France dans ses rapports avec les conditions géologiques* (*Bull. Service Carte géol. de la France*, XV, 1903-1904, nº 98, p. 277-299). — H. Baulig, *Le Plateau central de la France* (thèse), Paris, 1928. — R. Musset, *Le Bas-Maine* (thèse), Paris, 1917. — Passerat, *La transgression de la mer des faluns dans le bassin de la Loire* (*Ann. de Géogr.*, 1910). — Denizot, *Existence de deux pénéplaines dans le Bassin de Paris* (*C. R. Ac. Sc.*, 1920-1921). — Chaput, *Les variations du niveau de la Loire et de ses affluents.* — Milon, *Application des méthodes pétrographiques à l'étude de quelques problèmes géographiques en Bretagne* (*Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, janvier 1933). — O. Gouffon et G. Dollfuss, *A summary of the geology of Maine-et-Loire*, 1928. — *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France* (comptes rendus annuels des collaborateurs : Fournier, Bureau, Wallerant, Welsch). — Cartes : *Carte géologique à 1 : 80 000* (*Angers, Ancenis*) ; *Carte de France à 1 : 200 000*, édition orohydrographique (*La Roche-sur-Yon, Angers*).

millé et Montfaucon, les seuls accidents du relief sont les vallons très encaissés ; ce rajeunissement du relief par l'érosion des rivières qui se sont enfoncées à l'appel de la Loire ne rend que plus apparente l'uniformité de niveau du plateau, vaste surface d'érosion qui se tient partout entre 100 et 120 m. A cette même altitude de 100-120 m., les schistes précambriens apparaissent recouverts d'une mince couche de dépôts meubles : petits cailloux roulés, empâtés dans de l'argile brune, dont l'absence de fossiles accentue le caractère torrentiel et fluviatile, et qu'on attribue, sans preuves certaines, au Pliocène supérieur (cependant dans les sablières de Saint-Martin-de-Beaupréau on observe par exception des sables blancs très fins remarquablement stratifiés sur une épaisseur de 8 m.).

Un seul relief important vient accidenter le plateau des Mauges : c'est la butte des Gardes (208 m.), crête mince allongée sur 8 km. au Sud de Chemillé en direction O-E. Cette barre rectiligne, dont le sommet se présente comme une surface parfaitement aplanie entre 204 et 210 m., s'enlève au-dessus du plateau qu'elle domine par un abrupt raide de 80 m. Il ne s'agit pas d'un relief résiduel, car elle semble en grande partie constituée de schistes argileux très friables : la « terre pourrie » des paysans. D'autre part, les têtes des vallons, au voisinage de la crête, semblent par leurs formes mûres, auxquelles succèdent plus bas de petites gorges où les ruisseaux s'étranglent, appartenir encore à un cycle ancien, peut-être celui-là même qui a modelé la surface d'érosion du sommet.

Vers la Jumellière, Gonnord, Trémont, le plateau des Mauges se termine à l'E au-dessus de la vallée du Layon. Il est évident que ce petit cours d'eau, presque asséché en été sur la moitié de sa longueur, est un étranger dans la vaste vallée monoclinale où il coule. Celle-ci, fermée à l'Est par les escarpements des hauteurs du Layon, se raccorde au contraire au plateau des Mauges par un plan incliné de pente très faible, large de plusieurs kilomètres. Ce plan incliné sur lequel coulent avec un parallélisme remarquable les affluents de rive gauche du Layon ne peut avoir été façonné par la rivière. Des dépôts de ruissellement pliocène (à la Chauvelière par exemple) prouvent qu'il existait à la fin de cette époque. Mais vers Faveraye et Machelles, des faluns indiquent qu'il était déjà dégagé au Miocène. Enfin, dans le bassin de l'Argenton, le même glacis est recouvert entre 90 et 138 m. par des placages de Lias décalcifié (*brandes* du pays), ce qui oblige à repousser jusqu'avant la transgression liasique la formation de la surface en question.

Ce glacis est d'ailleurs si peu en rapport avec le creusement du Layon que, lorsque la rivière, entre Beaulieu et Saint-Aubin-de-Luigné, l'abandonne pour couler jusqu'à son embouchure en méandres encaissés au milieu du plateau des Mauges, il continue à s'étendre à

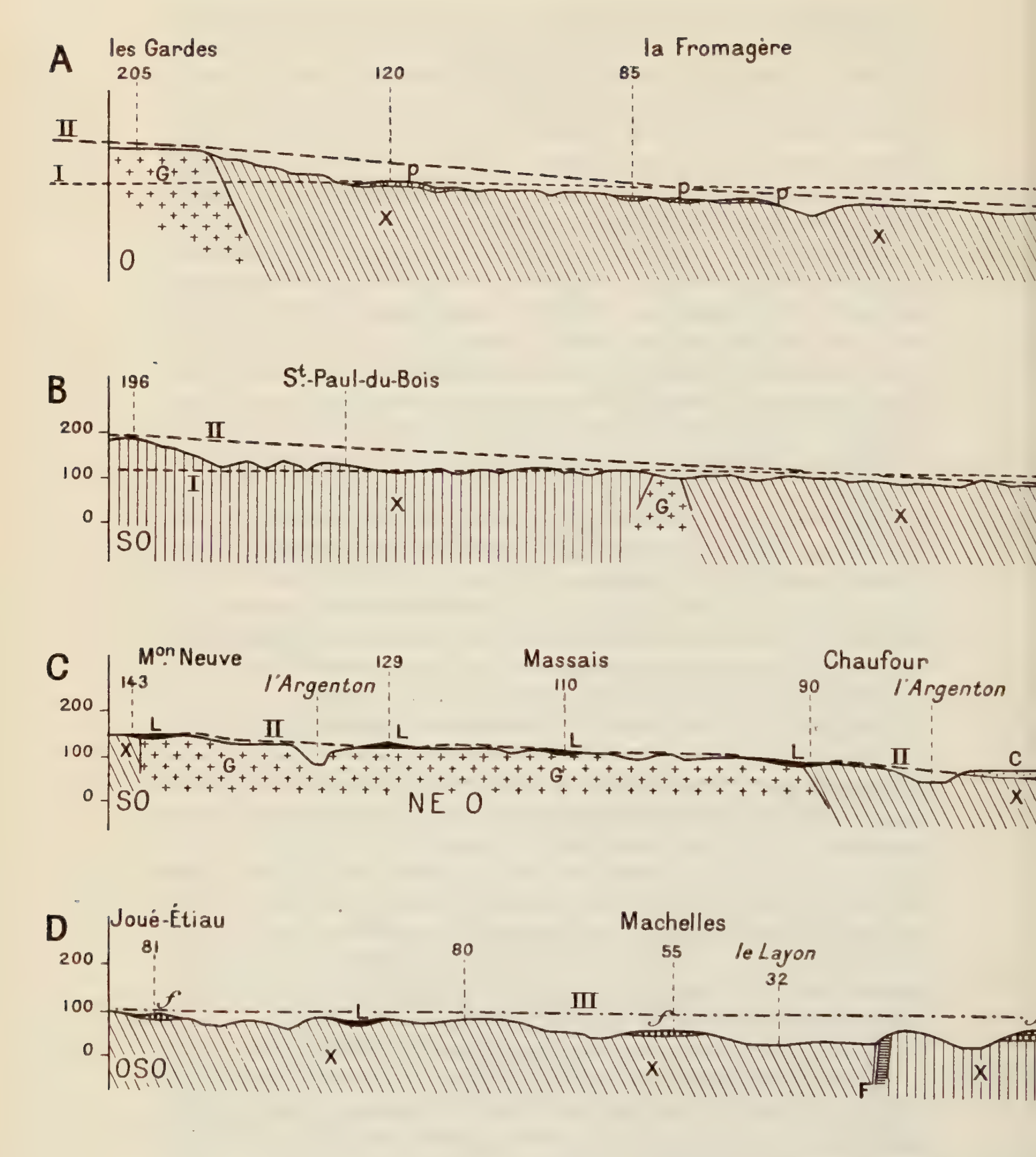
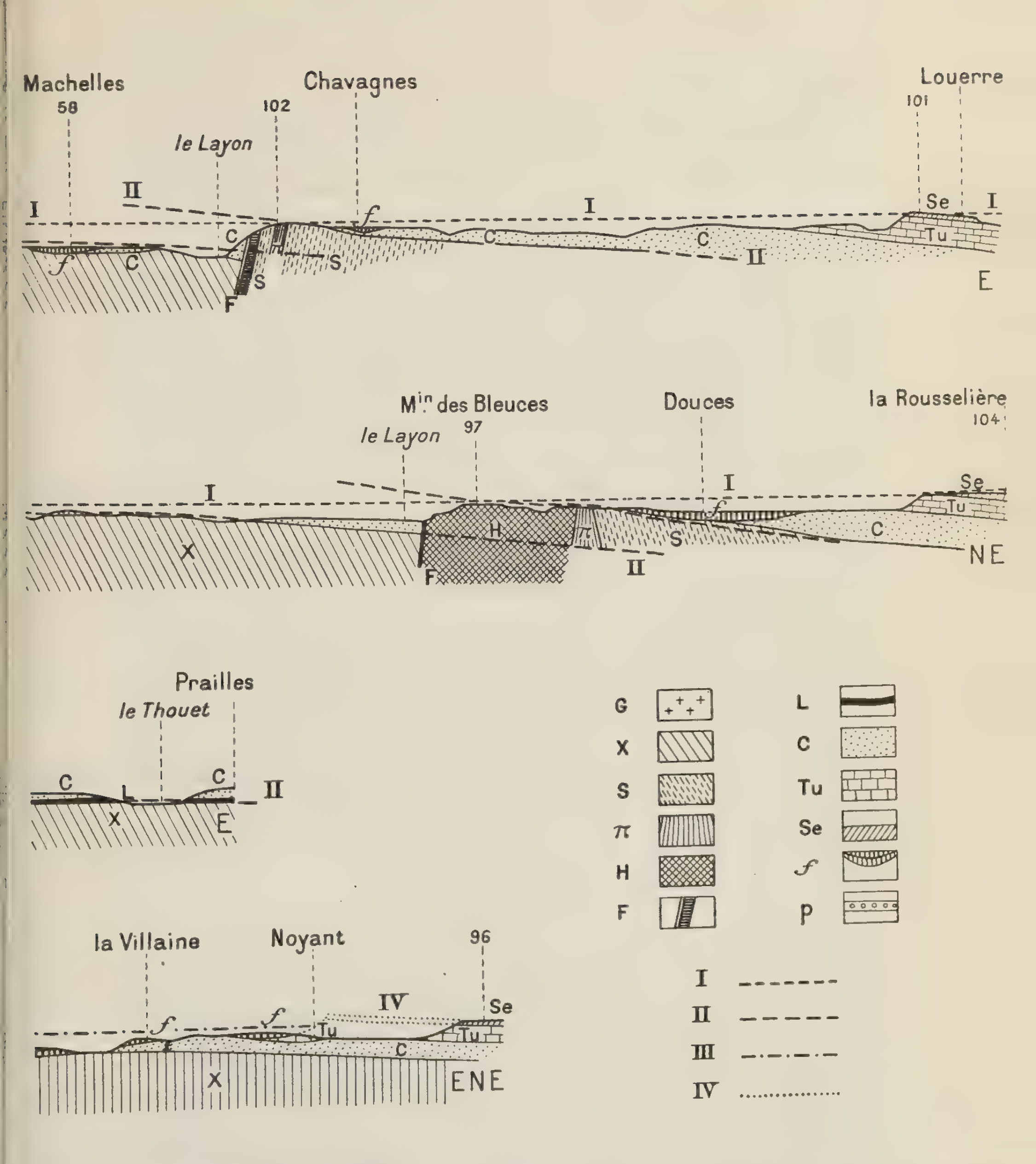


Fig. 1. — Profils montrant les é

G, Granite ; X, Schistes précambriens ; S, Silurien ; π, Porphyroïdes ; H, Houiller ; F, Faille avec filon ; L, La éocène ; II, Trace du glacis préliasique ; III, Niveau de la mer des faluns ; IV, Profil de la côte turonienne à l'époc

Les profils A et B montrent les relations de la plate-forme éocène (I) et du glacis préliasique (II), ce dern Le profil C montre l'allure typique du glacis préliasique, identifié par les restes de Lias décalcifié. — Le profil beau de Turonien conservé sous les faluns à Noyant. C'était le rivage.



MENTS MORPHOLOGIQUES DE LA RÉGION.

C, Cénomanien ; Tu, Turonien ; Se, Sénonien ; f, Faluns ; p, Pliocène. — I, Trace de la plate-forme d'érosion miocène. — Échelle des longueurs, 1 : 125 000 ; hauteurs exagérées 8 fois.
niveau dénivelé par la faille du Layon, qui a rejoué à la fin du Secondaire (paquet de Cénomanien affaissé). —
montre les faluns dans la dépression cénomanienne et la position de l'ancienne côte turonienne fixée par le lam-

l'Est, tranché par la vallée de la Loire entre Chalonnes et les Ponts-de-Cé.

L'autre versant de la vallée monoclinale du Layon — les hauteurs abruptes qui le ferment du côté de l'Est — n'est pas davantage en rapport avec l'érosion de la rivière. Ces coteaux dénudés qui dominent le thalweg de 70 m. à Beaulieu étonnent par la régularité et la constance de leur alignement NO-SE. Ils cessent un moment après Perray-Jouannet, et une large brèche s'ouvre entre le Layon et la dépression cénomanienne. Mais l'abrupt reparaît à Savonnières, aux Mousseaux, après Saint-Georges-du-Layon. Il ne cesse pas après le coude que fait le Layon vers le SO et avec la plongée des terrains anciens en profondeur. A Baugé-les-Fours, des escarpements calcaires dominent d'une trentaine de mètres les fonds humides des marnes cénomaniennes. A Montreuil-Bellay, le Thouet, qui a jusque-là coulé dans une large plaine alluviale, franchit l'abrupt par une véritable petite cluse creusée dans les calcaires bathoniens. Puis, après la Motte-Bourbon, sur les bords de la Dive, cet escarpement monoclinal, à la direction rigide, disparaît du paysage. Il semble que la structure profonde du sol soit seule capable de rendre compte de la direction et de la continuité de ces hauteurs du Layon.

Leur revers plonge vers l'Est en une pente très douce (1 p. 100 environ), et bientôt les marnes cénomaniennes, recouvrant les terrains anciens qui s'enfoncent vers le centre du Bassin Parisien, forment une dépression, orientée elle aussi SE-NO, véritable « dépression périphérique » du Sud de l'Anjou. Mais cette dépression est absolument sèche ; ni le Layon, qui coule dans sa vallée dissymétrique entre des hauteurs primaires, ni la Loire, qui coule à l'intérieur des plateaux tertiaires, qu'elle a d'ailleurs profondément démantelés, ne l'empruntent. Elle est cependant partout jonchée de minces dépôts de faluns, souvent exploités par des carrières.

Vers l'Est, les collines du Turonien dominent les assises cénomaniennes, tout d'abord, vers Antoigné, Tourtenay, en buttes-témoins arrondies et lourdes, puis en une ligne plus continue vers Denezé, les Ulmes, Courchamps. Mais c'est seulement là où les sables sénoniens, traversés par des bancs de grès blancs à pavés compacts, recouvrent en concordance la craie tuffeau plus tendre, que s'amorce une petite côte, de hauteur réduite (25 à 30 m.). La côte franchie, les marnes, les calcaires lacustres et les grès à *Sabalites* ne tardent pas à affleurer sur le plateau ; nous sommes entrés dans le massif tertiaire, peu étendu, parfois éventré par de petits bassins, comme à Coutures, mais très remarquable par sa structure et son relief. En effet, avec ces grès à *Sabalites*, ces marnes et ces travertins qui s'étendent sur le plateau en arrière de la côte, s'interrompt la série sédimentaire concordante du Sud de l'Anjou. Une période d'éro-

sion s'est visiblement intercalée entre le dépôt des sables sénoniens et celui des marnes, des grès et des calcaires lacustres, qui ravinent nettement les couches sous-jacentes sur lesquelles ils reposent en discordance, à Champigny-le-Sec à la fois sur le Turonien supérieur et le Sénonien, à Saint-Saturnin sur le Sénonien et sur les deux étages du Turonien.

Le niveau de 100 m., qui est celui du grand plateau des Mauges, se retrouve aussi au sommet de ce massif tertiaire, entre 90 et 100 m., présentant d'un bout à l'autre l'aspect d'une table horizontale. Les hauteurs du Layon, qui se dressent entre le plateau des Mauges et le massif tertiaire, affleurent également à ce niveau : on relève 102 m. dans la forêt de Beaulieu, 97 m. au moulin des Bleuces, près de Doué, 103 m. 5 à Brossay, 103 m. également à la butte-témoin sénonienne du Puy-Notre-Dame au Sud-Ouest de Montreuil-Bellay. Il semble que toute la région, à l'exception de la butte des Gardes, ait été soumise à une abrasion complète aux environs de 100-120 m.

Une vaste surface d'érosion, très régulière, s'étendant sur les terrains anciens, — une dépression monoclinale bordant ces terrains anciens, leur appartenant en entier, mais portant les traces de transgressions marines nombreuses et anciennes et visiblement préexistante à la petite rivière qui la parcourt ; — une ligne de relief rigide qui semble en rapports avec la direction armoricaine ; — une dépression périphérique mal dessinée, abandonnée par les deux seuls cours d'eau de la région : le Layon, la Loire ; des fragments de plateau tertiaire enfin assez bizarrement conservés sur les bords mêmes du grand fleuve qui les ronge : tels sont les éléments, au premier abord assez singuliers, du relief de l'Anjou méridional.

I. — La surface préliasique

C'est dans le glacis étalé sur la rive gauche du Layon qu'il faut chercher la trace de la plus ancienne surface d'érosion de la région. Sur cette surface, manifestement sans rapport avec l'érosion du Layon actuel, reposent non seulement des plaques de dépôts pliocènes et des plaques de faluns, mais surtout, lorsqu'on pénètre au SE dans le bassin de l'Argenton, des restes caractéristiques de Lias. Aux Vermelles, à Massais, au Breuil, à Argenton, des *brandes*, fourrés nains coupés de fondrières défendues par des ajoncs, dessinent très exactement le pourtour de minces dépôts d'une argile blanche extrêmement infertile, renfermant de gros blocs d'arkose en tous points semblables à ceux des gisements liasiques de Vrines (sur le Thouet) ; Mr Wallerant y a découvert en 1897 un fossile caractéristique du Lias.

Ce glacis du Layon n'est pas le seul élément conservé de la surface préliasique. Vers la Jumellière, Gonnord, Trémont se situe la charnière par laquelle la plate-forme horizontale des Mauges vient s'articuler avec le glacis du Layon. Mais, si nous prolongeons idéalement au delà de cette charnière, en direction du Sud-Ouest, le glacis du Layon, le plan incliné vient affleurer à peu près exactement vers 210 m. au sommet de la butte des Gardes (coupe A, fig. 1).

Or cette butte, comme nous l'avons vu, ne peut être considérée comme un relief résiduel, un petit monadnock isolé sur le plateau des Mauges, puisqu'elle est en partie constituée de terrains relativement tendres. Les petits thalwegs qui l'accidentent et dont l'un s'allonge parallèlement à la crête semblent appartenir à un cycle d'érosion distinct de celui qui a façonné les vallées des Mauges. Enfin, du sommet des Gardes, la vue est barrée vers le Sud par des collines qui se profilent en arrière de la dépression de Coron et qui vont croissant en altitude jusqu'au mont des Alouettes (286 m.), le point culminant de la Vendée. Il semble donc raisonnable de reconnaître dans le sommet des Gardes, et peut-être aussi dans les sommets des collines vendéennes, des témoins isolés de la surface préliasique qui subsiste dans la large vallée du Layon.

La preuve sera peut-être un jour trouvée dans les dépôts meubles de la croupe de la Vollerie, à 202 m. Ces argiles blanches infertiles (la « terre de savon ») de la Vollerie présentent en effet de grandes analogies avec les placages incontestablement liasiques du bassin de l'Argenton. La carte géologique les attribue au Pliocène, mais il est bien difficile d'admettre que l'érosion pliocène, travaillant, comme nous le montrerons, sur un relief à peu près semblable au relief actuel, ait pu abandonner des dépôts de ruissellement sur une crête mince et isolée.

Le revers des collines de la rive droite du Layon, sur lequel viennent affleurer les marnes cénomaniennes, et qui a été soulevé au-dessus du glacis du Layon par le jeu d'un système de failles qu'on étudiera plus loin, constitue un troisième témoin de la surface préliasique qui arasait autrefois la bordure du Massif Armoricain (coupes A et B, fig. 1).

Vers le Sud-Est, d'ailleurs, à l'extrémité de la Gâtine vendéenne, vers Saint-Paul-du-Bois, Cléré, Passavant, Cersais, le glacis du Layon et les témoins vendéens de l'ancienne plate-forme semblent se fondre en une seule surface, doucement inclinée, sur laquelle les témoins liasiques montent jusque vers 150 m.[1].

Vue de la route d'Argenton-Château à Vihiers, la butte de Saint-

1. On les trouve à Argenton à 138 m., au Breuil à 129 m., à Massais à 110 m., à la Beurnière à 99 m., aux Vernelles à 90 m.

Paul-du-Bois, aussi haute que celle des Gardes, présente l'aspect d'une série de croupes lourdes montant par paliers. Si le glacis du Layon se raccorde encore ici avec les crêtes vendéennes, c'est que la surface tertiaire n'a pas pu mordre sur le massif ancien, une série de lentilles granitiques très dures, qui affleurent aux Cerqueux, à Saint-Pierre-à-Champs, ayant entravé l'érosion.

La surface préliasique qui monte doucement jusqu'aux sommets vendéens est donc le premier élément du relief de l'Anjou du Sud.

II. — Le système de failles du bassin du Layon

Dans la dépression monoclinale du Layon, la rigidité et la constance de la direction SE-NO semblent indiquer l'existence de dislocations. C'est en effet, tout d'abord (mais non pas uniquement), à des mouvements tectoniques composites qu'est due l'existence de la dépression.

Il importe de remarquer que le massif ancien arasé par la surface préliasique avait été antérieurement très disloqué. Dès le Carbonifère, la région était hachée de failles suivant la direction du grand synclinal houiller d'Ancenis. Sur le glacis du Layon, des filons de quartzite indiquent la consolidation d'anciennes failles de même direction, contemporaines de la grande faille du Layon, elle-même consolidée dès cette époque, aux environs de Martigné-Briand, par des filons de quartz, des injections de porphyrite andésitique très dure. L'un de ces filons affleure à Perray-Jouannet, déterminant des venues d'eaux minérales.

La surface préliasique a nivelé toutes ces failles anciennes, et les mers secondaires se sont ensuite avancées sur son glacis. Dès ce moment, il est à noter que le Nord et l'Est de la région, l'un en relation avec le Bassin Parisien, l'autre avec le détroit du Poitou, avaient une histoire différente. Vers le Nord, c'est le Cénomanien qui apparaît le premier sur les terrains anciens, aux points bas du glacis du Layon ; vers l'Est, dans le bassin de l'Argenton, c'est au contraire le Lias, caractéristique du détroit poitevin.

Mais les mouvements tectoniques du Sud de l'Anjou ne s'arrêtent pas là au début du Secondaire. Le Cénomanien, qui descend à 55 m. au bas du glacis du Layon, apparaît, à quelques centaines de mètres de là, à 95 m., à Beaulieu, à Rablay. La grande faille du Layon a donc rejoué. Mais ce rejeu n'a pas eu lieu là où la faille avait été consolidée par des filons, notamment vers Montigné, tandis qu'au NO vers Thouarcé, Beaulieu, Faye, le rejet (post-cénomanien) peut être estimé à 50 m., et au SE, après Saint-Georges-du-Layon, la faille remet en saillie un petit môle houiller et, se prolongeant vers le SE,

affecte successivement toutes les couches secondaires qu'elle recoupe, jusqu'au delà de la Motte-Bourbon sur la Dive. Par là s'explique ce fait curieux que la vallée du Layon, encaissée profondément derrière les coteaux de sa rive droite vers les Verchers, Saint-Georges au SE, vers Thouarcé, Beaulieu, Rablay au NO, s'ouvre dans l'intervalle très largement à l'Est vers la dépression cénomanienne, avec laquelle elle communique très aisément par Martigné. Cette anomalie nous montre déjà que le rejeu inégal de la faille du Layon après le Cénomanien ne suffit pas à expliquer l'établissement du cours actuel du Layon.

La date du rejeu de la faille s'encadre entre le Cénomanien et la formation de la surface éocène, qui a nivelé toute la région Sud-angevine, à l'exception de la butte des Gardes. En raison de sa direction, la faille s'explique beaucoup mieux par une poussée venant du Sud-Ouest que par une poussée venant du Sud-Est ; on doit y voir un écho du plissement pyrénéen.

Ainsi dans le Sud de l'Anjou, comme dans le détroit poitevin, les axes tectoniques les plus anciens dictent encore les lignes maîtresses du relief actuel, qui reste prisonnier des directions armoricaines. S'il n'y a pas à proprement parler de relief appalachien, toutes les lignes de crêtes s'orientent parallèlement aux directions anciennes des plissements et cassures : le long d'une zone de faible résistance qui est le synclinal carbonifère d'Ancenis. La dépression bordière du Layon, qu'on pourrait appeler intra-armoricaine, a étouffé dans l'œuf, en captant les eaux en bordure du massif, le développement normal de la dépression périphérique cénomanienne au contact de la côte des calcaires tertiaires. A côté de ce profond sillon qui draine les eaux, la dépression cénomanienne apparaît indécise, mal venue : c'est une dépression morte.

III. — La pénéplaine éocène

Lorsqu'on a traversé la dépression cénomanienne — humide, au modelé mou, — on se trouve vers l'Est en face d'une véritable petite côte, haute d'une trentaine de mètres, due à la présence d'une mince bande de grès blancs à pavés, qui ont protégé de l'érosion la craie turonienne sous-jacente. La côte franchie, le sommet du petit plateau tertiaire apparaît remarquablement aplani. C'est grâce à l'existence de ce lambeau de plateau tertiaire que nous pouvons chercher à dater la grande surface qui a arasé vers 100-120 m. presque tout le Sud de l'Anjou.

Les sables blancs du Sénonien où se sont formés les grès à pavés marquent la fin de la série sédimentaire concordante du Sud de l'Anjou. Les grès à *Sabalites*, les marnes et les travertins lacustres qui

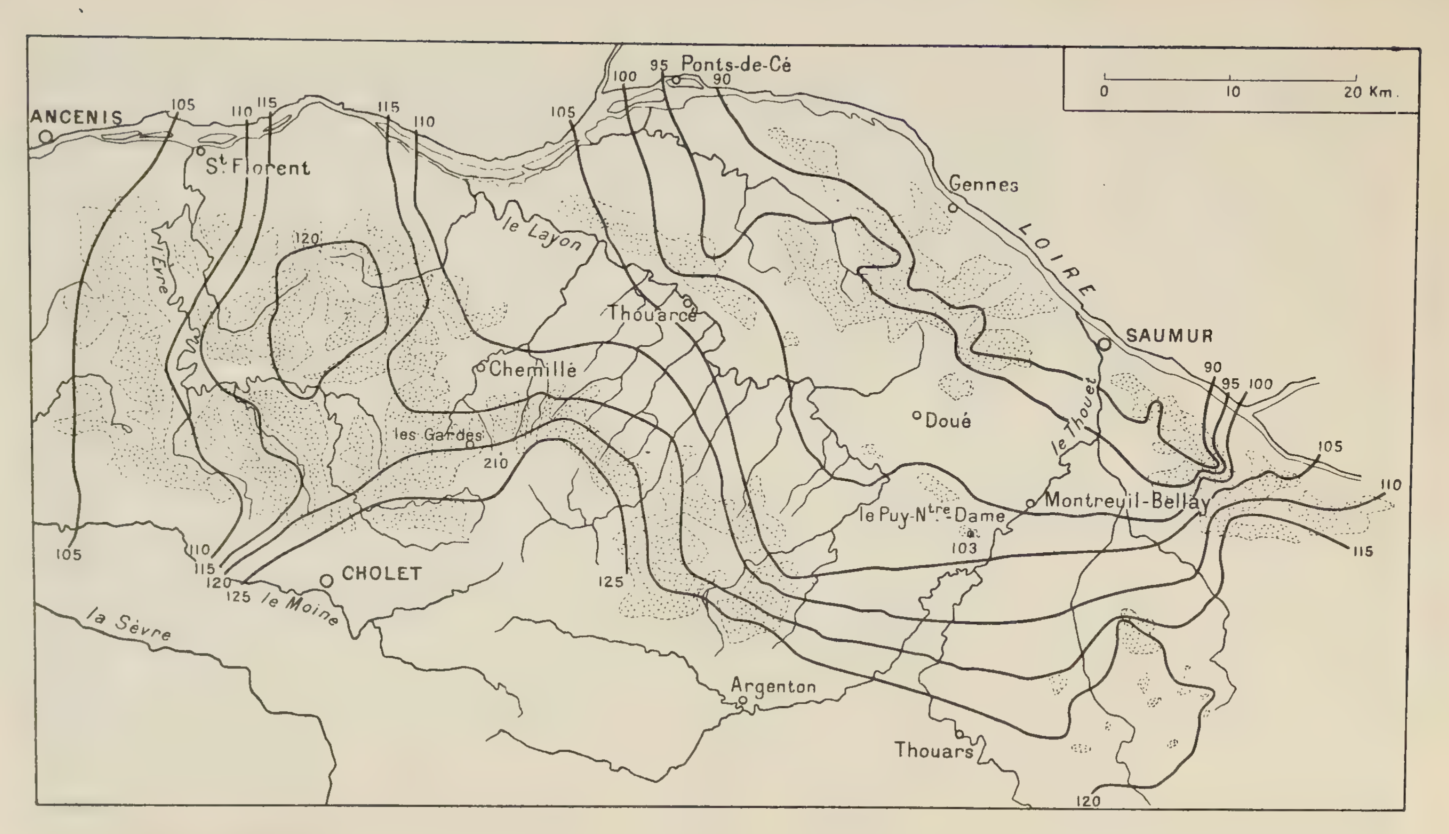


Fig. 2. — Courbes de niveau de la surface d'érosion éocène et extension de ses témoins. — Échelle, 1 : 600 000.

couronnent le plateau tertiaire ravinent nettement les couches sous-jacentes, Sénonien ou Turonien[1].

Une longue période d'érosion s'est étendue entre le dépôt du Sénonien et celui des calcaires lacustres ; le niveau de base des lacs éocènes a servi à l'abrasion de la grande plate-forme de 100-120 m. du Sud de l'Anjou, dont l'âge est donc certainement éocène.

Notons qu'il s'agit ici très probablement de lacs locaux, et que, comme presque tout l'Ouest du Bassin Parisien, l'Anjou semble avoir eu une histoire à part. L'attraction du centre parisien n'apparaît nullement ; le Tertiaire angevin, resté horizontal, tranche obliquement les couches secondaires plongeant vers ce centre.

D'autre part l'altitude de la plate-forme, 100-120 m., croît légèrement à la fois vers l'Ouest (97 m. au moulin des Bleuces près de Doué, 103 m. à Brossay, 102 m. à Beaulieu, 120 et même 125 m. sur le plateau des Mauges) et aussi dans la direction du Sud-Est (où la butte du Puy-Notre-Dame culmine à 103 m., cependant que les hauteurs de Saint-Léger-de-Monthillais atteignent déjà 122 m., et l'anticlinal secondaire de Pas-de-Jeu, dont la voûte a été visiblement arasée par la plate-forme, 123 m.). Les dépôts sidérolithiques s'étendant sur ce plateau au delà de Thouars et correspondant aux dépôts lagunaires éocènes qu'on rencontre près de la Loire, indiquent un climat subtropical, expliquant la pente sensible de la plate-forme et l'étrange ravinement des couches secondaires là où les dépôts lagunaires les recouvrent.

Cette notion d'un niveau de base lacustre local permettrait de poser un nouveau jalon dans l'histoire de l'hydrographie de l'Anjou. Celle-ci peut se résumer en une grande lutte entre le drainage parisien, favorisé par l'affaissement du centre du bassin, et le drainage atlantique, qui finit par l'emporter. Après l'établissement de la surface préliasique, le drainage parisien régnait sans conteste. Les lacs éocènes, niveau de base local, semblent marquer une première régression d'influence du drainage parisien. Dès l'époque éocène, quelque ébauche de ce qui sera plus tard la basse Loire semble se dessiner déjà : la basse Loire actuelle est jalonnée, à Saint-Jean-du-Marillais, et jusque dans le bois de la Chaize, à Noirmoutier, de dépôts éocènes de grès à *Sabalites*. Une zone d'affaissement, précédant et conditionnant les grandes failles tertiaires qui ont marqué le lit de la Loire, devait commencer à s'y dessiner. Bientôt, avec la transgression miocène, la direction atlantique s'imposera définitivement. Mais l'aplanissement général du Sud de l'Anjou aux environs de 100 m. semble

1. Il ne peut être question d'une transgression par-dessus le rivage ancien de la mer turonienne : des témoins turoniens conservés sous des faluns, à Ambillou, à Louresse, montrent que le rivage de la mer turonienne se trouvait beaucoup plus loin dans l'Ouest.

bien en relations directes avec l'existence du niveau de base autonome des lacs de l'Éocène inférieur. C'est pourquoi, pour plus de commodité, nous appellerons désormais cette surface la pénéplaine éocène.

IV. — La transgression miocène

Après l'asséchement des lacs l'érosion a commencé à entamer la pénéplaine éocène. Comme le montrent les dépôts de faluns conservés dans le Sud du Maine-et-Loire, elle a, peu à peu, creusé deux dépressions allongées du SE au NO et correspondant à celles qui forment aujourd'hui la vallée du Layon et le bas pays des marnes cénomaniennes. D'une part, au bord des Mauges, le glacis préliasique du Layon a été dégagé au moins partiellement de sa couverture secondaire, donnant une longue dépression monoclinale qui venait buter contre l'abrupt, rajeuni par l'érosion, de la faille du Layon. D'autre part les marnes cénomaniennes tendres ont été affouillées : les couches tertiaires plus dures ont donné naissance, en reculant devant l'érosion, à une petite côte. Là où la faille n'avait pas rejoué, vers Martigné, les deux dépressions parallèles communiquaient comme aujourd'hui. Il importe ici de remarquer qu'à part le creusement récent des vallées il n'y a pas un élément du relief actuel qui n'existât en Anjou avant le Miocène moyen.

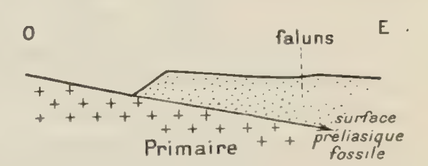


Fig. 3. — Situation des faluns sur le glacis préliasique.

La dépression dissymétrique recule peu à peu vers l'Est en s'approfondissant. La surface fossile du Primaire, plus dur, est peu à peu dégagée.

Un nouveau mouvement d'ensemble détermina alors l'invasion de la mer des faluns, qui dessina deux bras parallèles, séparés par une ligne de hauts-fonds ou d'îles correspondant aux hauteurs du Layon. Dans la dépression du Layon, la pente de la base des dépôts faluniens entre Gonnord, Orillé et les Noyers, est la même que celle de la surface actuelle. Ainsi le glacis du Layon, constitué avant le Lias, fossilisé sous les dépôts cénomaniens, a été exhumé par l'érosion anté-miocène, puis fossilisé de nouveau sous les faluns, pour être une troisième fois dégagé par l'érosion contemporaine.

La dépression cénomanienne elle-même envahie, la mer des faluns ressemblait aussi trait pour trait à la dépression actuelle, car les dépôts faluniens conservés nous permettent de mesurer l'ampleur du recul de la côte tertiaire depuis leur dépôt. A Noyant, à Ambillou, à Louresse, ils reposent en discordance à la fois sur les marnes céno-

maniennes et sur des plaques de craie turonienne conservées en avant de la côte. Évidemment le contact entre le Cénomanien et le Turonien indiquait comme aujourd'hui la proximité immédiate de la côte tertiaire, qui était sans doute le rivage de la mer des faluns. Or ce contact, fossilisé sous les faluns, se trouve à 2 km. en avant de la ligne de contact actuelle : c'est donc à ce chiffre modeste qu'il faut borner le recul de la côte éocène depuis le retrait de la mer des faluns (fig. 3).

Mr Passerat a cru possible d'évaluer le niveau de la mer des faluns, grâce à une ingénieuse méthode bathymétrique. Les dépôts faluniens à stratification entre-croisée n'auraient pu se produire d'après lui qu'à moins de 10 m. de profondeur. Mais tous les faluns qu'on peut observer dans l'Anjou du Sud présentent cette stratification, aussi bien à 49 m. (le Champ) qu'à 85 m. (Gonnord). Il faut donc se résoudre à attribuer ce faciès de rivage à une avancée et à un retrait lent de la mer faisant varier sans cesse la ligne de rivage.

Nulle part les faluns conservés ne dépassent 85 m., et, comme ils sont très nombreux au-dessous de cette altitude (34), on peut supposer que la mer n'a pas dépassé ce niveau *actuel*. Les surfaces aplanies vers 100 m. apparaissent complètement indemnes de la transgression.

Il est beaucoup plus difficile d'évaluer l'importance du remblaiement des dépressions Sud-angevines. Le processus de dépôt que nous avons supposé permet de penser que la sédimentation n'a pas été très régulière. Il n'y a nulle raison de croire que toutes les dépressions aient été comblées jusqu'au niveau actuel de 85 m. Mais il y a d'excellentes raisons de penser que le remblaiement a dû atteindre partout une certaine épaisseur minima. Toutes les rivières de la partie sédimentaire de l'Anjou du Sud sont des héritières du relief engendré par la transgression miocène, toutes sont nées à une époque où le comblement des dépressions était plus complet et plus récent qu'aujourd'hui. Le cours du Thouet et celui du Layon en particulier ne peuvent s'expliquer que selon cette hypothèse.

V. — Le rôle des faluns dans l'hydrographie Sud-angevine

Après Thouars, le Thouet quitte les roches anciennes et coule, vers Bagneux et Sanzay, dans une vallée spacieuse et très mûre déblayée dans le Cénomanien. Il s'engage ensuite en une cluse étroite, profonde d'une trentaine de mètres, dans l'anticlinal faillé de Montreuil qui s'élève ici au milieu de la dépression du Cénomanien. Après la traversée de l'anticlinal, le même paysage qui règne autour de Bagneux et Sanzay se retrouve vers Saint-Just-sur-Dive. C'est donc une véritable « percée conséquente » à travers un bloc basculé, jouant

le rôle de côte, que le Thouet exécute à Montreuil. Or l'abrupt de faille, si net à Montreuil où il est haut d'une trentaine de mètres, décroît très rapidement vers l'Est. Entre Méron et Antoigné, la traversée de cet abrupt est à peine sensible, à la Motte-Bourbon enfin il disparaît définitivement du paysage. La dépression continue qui, par Panreux, Morton, Épieds, contourne l'anticlinal de Montreuil, est négligée par le Thouet, dont la percée, à Montreuil, apparaît comme épigénique.

Le cours inférieur du Thouet s'est fixé sur un remblayage de faluns, aujourd'hui presque complètement disparu, qui a dû atteindre au moins le niveau actuel de 70 m. Divers indices tendent à prouver que ce remblaiement a dû monter encore plus haut. A Brossay, un lambeau de falun affleure à 77 m. ; et une véritable petite butte-témoin falunienne se dresse à 86 m. d'altitude près de la gare de Montfort. Les mêmes raisons par lesquelles on explique que la Loué ait pu traverser l'anticlinal de Bourgueil, autrefois masqué par les faluns, valent pour rendre compte de l'existence d'une percée épigénique à Montreuil.

Cette puissance des faluns nous explique qu'ils aient pu jouer un rôle, non moins important, dans la fixation du cours du Layon. On a vu que le rejeu de la faille du Layon ne suffisait pas à expliquer la direction du cours moyen et inférieur de la rivière : en effet, vers Martigné, Brigné, là où la faille n'a pas rejoué, la dépression périphérique cénomanienne aurait dû, semble-t-il, attirer la rivière.

C'est sans doute en bordure des Mauges que les faluns, après le retrait de la mer miocène, furent le plus vigoureusement attaqués par l'érosion. Le plan incliné très dur du glacis du Layon dut être rapidement dégagé. A l'heure actuelle encore, on est frappé par le contraste qui se révèle entre la pauvreté des témoins faluniens sur le glacis du Layon et leur abondance dans la plaine cénomanienne de Doué et Noyant[1].

Le recul d'une couche tendre dégageant peu à peu un plan incliné très dur est particulièrement favorable à la formation d'un relief dissymétrique. Un cours d'eau de direction subséquente devait suivre le pied de la petite côte : c'est le Layon actuel. Il a cessé de se déplacer parallèlement à lui-même, en descendant peu à peu le plan incliné, au moment où, vers Thouarcé au N, vers Concourson au S, il a été arrêté par les abrupts de faille exhumés. Il s'est alors encaissé sur place entre Concourson et Thouarcé, cependant que ses affluents continuaient à disséquer les faluns tendres et que la côte bientôt s'ef-

1. Dans la plaine cénomanienne, de nombreux lambeaux de faluns subsistent encore sous les dépôts pliocènes (Mr Wallerant a montré que les dépôts visibles communiquaient souvent entre eux sous les graviers pliocènes), tandis que sur le glacis du Layon partout les dépôts de ruissellement pliocène reposent directement sur le Précambrien. Dès le Pliocène, les faluns en avaient donc été balayés.

façait, ouvrant ainsi, là où l'abrupt de faille n'existe pas, un chemin vers la dépression cénomanienne.

L'origine du cours du Layon serait donc complexe ; il serait partiellement adapté à la structure et partiellement surimposé, surimposé entre Saint-Georges et Thouarcé, adapté à la structure faillée entre Thouarcé et la Loire. Pour comprendre comment la ligne de failles du Layon a pu confisquer à son profit le réseau subséquent qui normalement aurait dû reculer jusqu'au pied de la côte tertiaire, il faut supposer que les faluns en ont comblé momentanément les brèches.

VI. — Les vicissitudes de l'hydrographie après le Miocène

Par la suite, on assiste au lent déblaiement du relief pré-miocène par les rivières surimposées. Mais les étapes et les modalités de ce déblaiement ne manquent pas d'intérêt dans le détail.

Deux séries de dépôts nous aident à retracer les étapes : les dépôts pliocènes (*p* de la carte géologique) et les alluvions anciennes (a_1).

Le Pliocène argilo-sableux des Mauges est manifestement un manteau éluvial dû à la décomposition du sous-sol sur une surface subhorizontale. Mais les graviers pliocènes de la région sédimentaire semblent plutôt des dépôts de ruissellement. A Montfort, près de Doué, à Pompois, près de Thouars, à Bagneux, ils se présentent sous la forme de graviers bien roulés, empâtés parfois dans de l'argile noire, — terrain d'élection pour la vigne[1].

Ces graviers correspondent à la période où, après le retrait définitif des mers miocènes, les lits des rivières ont commencé à se fixer et à déblayer les faluns. Si nous joignons par une ligne idéale les lambeaux qui jalonnent d'un bout à l'autre le cours inférieur du Thouet,

1. Mr Denizot s'est demandé si l'on devait attribuer au Pliocène tous les dépôts que la carte géologique indique comme tels. Mr Passerat a attiré l'attention sur la liaison des faluns avec les nappes de sable à galets quartzeux d'origine continentale, que l'on désigne en Poitou sous le nom de *bornais* : ceux-ci ne seraient que le faciès continental de dépôts contemporains des faluns coquilliers. Mr Wallerant a signalé à la Dixmerie, près du Loroux-Bottereau, des sables quartzeux où les espèces faluniennes de l'Anjou se mêlent à des fossiles caractéristiques du Pliocène anglais. Mais ce gisement est situé au-dessus du niveau probable de la mer des faluns : celle-ci a pu y abandonner des fossiles qu'a remaniés ensuite le ruissellement pliocène.

Il semble cependant très improbable que les dépôts d'argile brune à graviers roulés soient des faluns décalcifiés. Nulle part dans les carrières de faluns de l'Anjou, un faciès d'altération ne peut être observé près de la surface du sol. Là où les dépôts pliocènes, dans les Mauges, atteignent plusieurs mètres d'épaisseur, nulle part en profondeur le faciès des faluns n'apparaît, alors que dans les placages de faluns, même les plus minces, le faciès original des sables coquilliers subsiste intact. Enfin il faut noter qu'à Montfort, à Gonnord, les deux faciès se superposent l'un à l'autre directement, sans aucune forme de transition.

nous obtenons le profil parabolique d'un thalweg plus jeune, dominant le thalweg actuel de 50 m. à Airvault, de 26 m. à la butte de Bagneux, de 24 m. à Méron, plus près du confluent. Vers Thouars, les dépôts des plateaux d'Argenton et de Sainte-Verge nous montrent le Thouet pliocène coulant vers 68 m. dans une vallée déjà mieux creusée ; nous le retrouvons vers 65 m. au sommet de la curieuse butte-témoin alluviale de Bagneux, puis vers 62 m. sur l'anticlinal de Montreuil-Bellay. Les larges plaques pliocènes qui s'étendent ici de chaque côté de la vallée montrent que, grâce au remblaiement falunique, c'est sans aucun étranglement que se faisait la traversée de l'anticlinal, alors qu'à Saint-Just-sur-Dive un témoin pliocène vers 53 m. nous indique qu'au voisinage de la Loire les faluns avaient déjà disparu. D'autres témoins pliocènes montrent au Sud de Forges que la dépression cénomanienne était moins creusée qu'aujourd'hui d'une vingtaine de mètres et, à l'Ouest de Saint-Just-sur-Dive, que la côte tertiaire s'avançait plus loin qu'aujourd'hui vers le Sud. Ce cours pliocène du Thouet témoigne d'un stade hydrographique encore primitif (forte pente du thalweg), d'un nivellement encore presque complet de l'abrupt de faille de Montreuil, mais d'une attaque déjà assez vigoureuse des dépôts de faluns.

Désormais les déplacements du niveau de la Loire vont commander toute l'hydrographie. Vers Chacé-Varrains, les graviers pliocènes, réduits à deux minces bandes par l'encaissement ancien du Thouet dans le massif tertiaire, passent insensiblement à la plus haute des trois terrasses de la Loire, celle que Mr Denizot retrouve à 35 m. à Bressenard, près d'Angers.

A la terrasse intermédiaire (12 m. à Écouffant), où Mr Couffon a trouvé des outils chelléens. semblent correspondre les alluvions anciennes du Thouet, où on a recueilli, à Douay, des ossements d'*Elephas primigenius*.

Contrairement au Thouet pliocène, le Thouet chelléen et post-chelléen offre l'image d'une adaptation très poussée à la structure. Autour de Saint-Just, des lits anciens de tourbe indiquent une vaste dépression. Au contraire, l'anticlinal de Montreuil est dégagé et était sans doute traversé en une cluse étroite, où les alluvions anciennes manquent aujourd'hui complètement. Une traînée ininterrompue de ces alluvions au pied de la faille rajeunie indique pour cette époque une ébauche de réseau subséquent, et peut-être même une communication ancienne du Thouet et du haut Layon (aujourd'hui encore ils ne sont séparés que par un seuil de 7 m.). La butte-témoin du Puy-Notre-Dame suggère bien l'idée d'un ancien entonnoir de percée conséquente aux environs de Montreuil. Ce Thouet plus évolué s'encaissait en amont, dès Vrines, entre les plateaux pliocènes ; après Thouars, les alluvions anciennes sont circonscrites à l'intérieur des

méandres encaissés actuels. C'est sans doute à cette époque que la faille de Montreuil a joué le rôle hydrographique le plus important.

Depuis, la cluse du Thouet à Montreuil s'est élargie jusqu'à permettre de petits marécages entretenus par des barrages de moulins, et un ruban continu de prairies accompagnant la rivière.

Évidemment le façonnement des versants l'emporte aujourd'hui sur le creusement du thalweg. Or, depuis l'époque pliocène, la Loire règle le drainage et l'érosion, tout est subordonné à la rapidité du creusement de son thalweg.

Il serait intéressant de savoir à quel rythme se sont succédé ces enfoncements successifs attestés par les terrasses de 35, 33 et 12 m. près d'Angers. Peut-être les ruptures de pente correspondantes des affluents, qui s'échelonnent en longueur, sont-elles capables de donner une indication sur le Layon ; vers Faveraye et vers Saint-Georges-du-Layon, nous constatons deux ruptures de pente, qui ne semblent guère pouvoir être attribuées qu'à la remontée des cycles de la Loire. Or le rapport de leurs distances au confluent avec la Loire n'est nullement égal à celui des hauteurs des deux principales terrasses. Étant donné la faible dénivellation de 12 m. qui sépare la terrasse chelléenne du thalweg actuel de la Loire, et le faible élan que ce mouvement a pu donner à l'érosion, la première rupture de pente à Faveraye paraît avoir reculé anormalement loin, surtout à travers les grès et les roches porphyroïdes du massif armoricain. Au contraire, pour la dénivellation de 25 m. entre la basse terrasse et la haute terrasse, la distance de 9 km. qui sépare Faveraye de Saint-Georges est bien petite, et la seconde rupture de pente semble avoir reculé anormalement peu, surtout au contact des terrains tendres du Cénomanien. On peut donc supposer que le temps écoulé entre la formation des terrasses de 35 m. et de 12 m. a été relativement bref, tandis que, depuis la constitution de la dernière, les profils des thalwegs ont pu arriver à la stabilité ; ce qui s'accorde avec les constatations faites dans l'étude du Thouet : creusement actif du thalweg, suivi après le Chelléen d'un façonnement plus poussé des versants. Le bilan des changements provoqués par les changements de niveau de base se traduit, pour ces petits affluents de la Loire, par une maturité des formes plus grande actuellement qu'elle ne l'a jamais été.

Conclusion

Il n'est peut-être pas de région de contact entre un massif ancien et une plaine sédimentaire où l'influence de l'architecture profonde du sous-sol se fasse sentir dans le relief d'une façon aussi tyrannique que dans l'Anjou du Sud. Les lignes maîtresses du relief ont toujours été, et sont encore, orientées du SE au NO selon la direction

des anciens plis armoricains. Lorsque les anticlinaux hercyniens ont été arasés, un système de failles leur a succédé, orientant le relief selon les mêmes directions : ces failles ont enfin capté les forces vives de l'érosion, les eaux courantes. Dépression périphérique et côte tertiaire n'apparaissent qu'à l'état embryonnaire : elles sont mort-nées. Ce contraste piquant entre la vitalité des formes déterminées par des accidents tectoniques et l'indécision des formes dues à l'érosion seule n'est pas un des traits les moins originaux du relief Sud-angevin.

Par ailleurs, l'invasion miocène a été dans l'établissement du réseau hydrographique un élément perturbateur. Lorsqu'on suit, dans le détail, comme il est possible de le faire, l'évolution de ce réseau, on le voit naître sur un relief où les dépôts de faluns jouaient un grand rôle. Ainsi s'explique que ni la topographie, ni l'hydrographie n'offrent les caractères ordinaires d'un contact normal de massif ancien et de plaine sédimentaire.

Un troisième fait particulier à l'Anjou a déterminé les inclinaisons diverses des surfaces d'érosion : ce sont les changements du sens du drainage, tantôt orienté vers le centre du Bassin Parisien, tantôt autonome, tantôt enfin sollicité par le voisinage de l'Atlantique.

Malgré la faible importance des reliefs, il semble qu'on puisse retrouver, dans la morphologie de l'Anjou du Sud, les éléments d'une histoire originale et complexe.

L. Poirier.

LA FORMATION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE DU VERDON

Nous désirons présenter ici quelques réflexions sur l'évolution du réseau hydrographique du Verdon et ses rapports avec la structure tectonique de la région traversée[1].

La difficulté de cette question vient de ce que, au moins dans certaines parties de son cours, le Verdon traverse des régions d'une grande complication tectonique. Autour de Castellane, des plis aux formes compliquées se pressent les uns contre les autres, très fréquemment rompus et donnant lieu à des chevauchements assez notables (fig. 1). Dans ces conditions, il est presque impossible de reconstituer ce qu'a pu être la surface du sol à la fin des mouvements tectoniques, d'autant que l'érosion n'a pas attendu ce moment pour commencer à s'exercer. Il importe en particulier de distinguer avec le plus grand soin les phases successives de plissements, les accidents les plus anciens ayant été très fortement érodés avant la formation des plus récents. Nous pourrons cependant montrer qu'à part deux captures, le cours du Verdon correspond aux formes structurales telles qu'on peut les reconstituer[2].

Dans sa partie amont, au-dessus de Saint-André, le Verdon traverse une région formée de Crétacé supérieur très épais, recouvert de Nummulitique. Les lambeaux nummulitiques permettent de reconstituer une série de rides orientées NNO-SSE, obliques sur le cours actuel. Le premier des synclinaux que rencontre le Verdon va de Beauvezer à Annot. Il est vraisemblable que le Verdon a suivi en premier lieu cet axe en passant à la Colle Saint-Michel (1 500 m.), large échancrure de la crête qui sépare les bassins actuels du Verdon et du Var. Au delà, son cours correspondait au cours actuel de la Vaïre et du Var. Ce cours paraît conforme à la structure tectonique, passant du synclinal d'Annot dans celui d'Agnère, puis de Puget-Théniers par les points bas des anticlinaux intermédiaires.

A ce moment, le Verdon coulait 500 m. plus haut que son lit actuel. Dans un second stade, cette hauteur se réduit à 100 m. A Saint-André, le Verdon décrit un coude brusque. Dans le prolongement de la branche amont se trouve le col des Robines, abrupt au-dessus de Saint-André, mais en pente douce vers la vallée de l'Asse. Celle-ci paraît, autour de Moriez, disproportionnée avec le cours d'eau qui l'emprunte, et il est très vraisemblable que l'Asse représente un ancien cours du Verdon.

1. Voir aussi : Zürcher, *Histoire de quelques vallées des Basses Alpes* (*Bull. Soc. Scientifique et Litt. des Basses-Alpes*, Digne, 1928, p. 101-124).

2. Voir la carte géologique à 1 : 80 000, feuilles de *Digne* et *Castellane*.

Le cours de l'Asse paraît bien conforme à la structure tectonique : elle passe, de Gévaudan à Barrème, entre les deux grands anticlinaux chevauchants de la montagne de Coupe et du Signal du Castellard, qui se relaient. En aval de Barrème, son cours passe

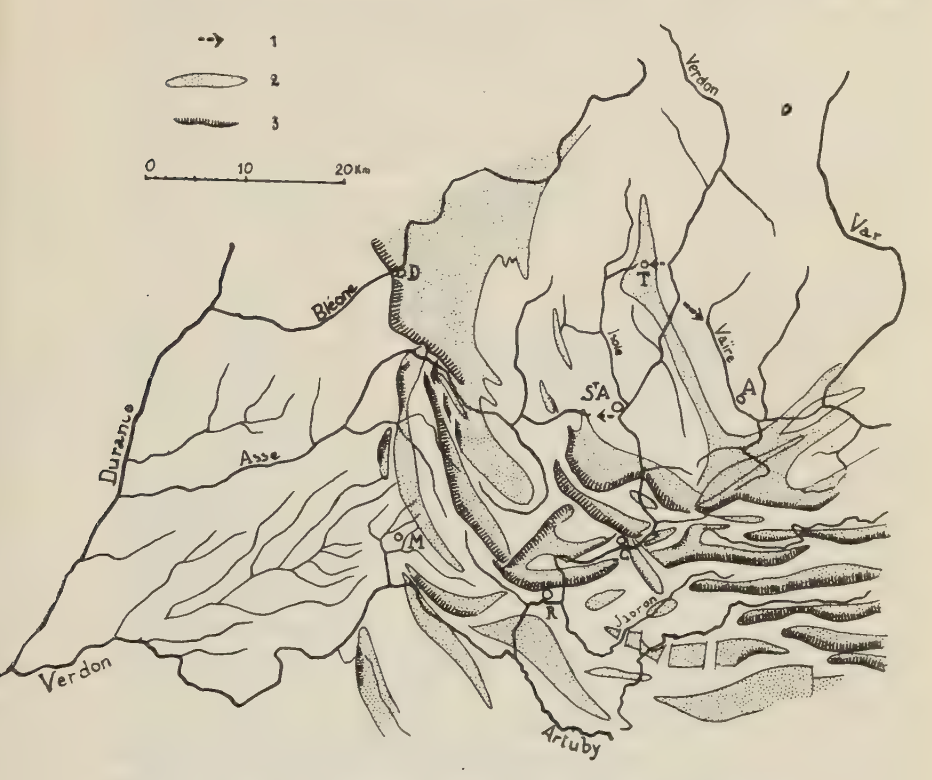


Fig. 1. — Esquisse structurale du bassin du Verdon.

1, Cours successifs du Verdon, avant les captures. — 2, Anticlinal. — 3, Chevauchement. — Abréviations : A, Annot ; D, Digne ; T, Thorame ; S^t A, Saint-André ; C, Castellane ; R, Rougon ; M, Moustiers. — Échelle, 1 : 800 000.

devant le front du premier de ces chevauchements. La cluse de Chabrière résulte de la surimposition de l'Asse dans un anticlinal jurassique qui se trouvait arasé dès avant le chevauchement de la montagne de Coupe[1]. Cet arasement prolonge la surface supérieure du plateau de Valensole, sur lequel l'Asse s'est écoulée dans le sens de la pente.

Comment s'est fait le passage du Verdon du premier au second stade, de l'écoulement par le Var à l'écoulement par l'Asse ? On peut

1. Albert F. de Lapparent, *Sur la bordure orientale du bassin de Digne* (*C. R. Somm. Soc. Géol. de Fr.*, 20 mars 1933, p. 63).

se représenter cette capture suivant deux processus, qui ont dû se développer successivement.

L'anticlinal E-O de Thorame a dû, dès sa formation, envoyer les eaux de son versant Sud en direction de Saint-André par l'Isole. Celle-ci s'est approfondie et, quand elle a atteint les couches tendres du Crétacé moyen, a déterminé l'inversion du relief de cet anticlinal. Le déblaiement de ces couches tendres devait l'amener à couper la vallée du Verdon et à capturer celui-ci. Dans une deuxième phase, les eaux du synclinal d'Allons-Argens, rassemblées au point le plus bas du synclinal et qui s'écoulaient vers Saint-André par l'actuelle vallée du Verdon, ont, par érosion régressive, creusé la cluse de Fontgaillarde et capturé le Verdon.

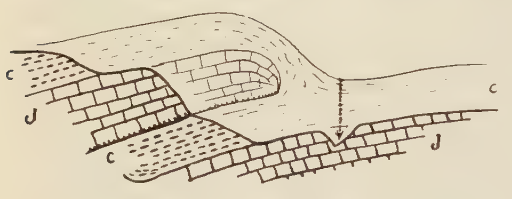


Fig. 2. — Coupe de l'anticlinal de Castillon.

Cette coupe théorique montre comment l'ancienne extension d'un chevauchement a pu déterminer l'emplacement d'un cours d'eau, ultérieurement surimposé et qui paraît actuellement sans rapport avec la structure visible. Ce cas se reproduit fréquemment. — J, Jurassique ; c. Crétacé.

Dans ce deuxième stade, le Verdon recevait à Saint-André un affluent du Sud, coulant dans le sens du pendage sur la série chevauchante du Signal du Castellard, et qui a dû approfondir son lit en préparant la cluse actuelle par laquelle le Verdon a été capturé vers le Sud. A partir de là, nous allons suivre le cours du Verdon en montrant qu'il reste conforme à la structure tectonique.

Le Verdon coupe l'anticlinal de Castillon, mais il le coupe tout à fait à l'Ouest, là où son axe s'abaisse sensiblement. Si on reconstitue par la pensée la partie de la série chevauchante Signal du Castellard-Signal de Demandolx enlevée par l'érosion, on voit que le Verdon a dû couler initialement entre cette série anticlinale et l'anticlinal de Castillon, et n'a entamé ce dernier que par surimposition (fig. 2).

Plus bas, le Verdon contourne l'extrémité de l'anticlinal de la Blache, puis celui de Tambalonne, et coupe la crête Destourbes-Roc de Castellane tout à fait au Nord, sans doute alors juste au pied de l'anticlinal chevauchant de la Blache.

Entre Castellane et le confluent du Jabron, le Verdon traverse une région d'une telle complication tectonique qu'il est impossible de reconstituer une surface structurale. Des deux cluses qu'il emprunte successivement, la seconde paraît déterminée par un point bas de la crête du Signal de Robion, mais, pour la première, nous en sommes réduit à invoquer l'influence d'une surface structurale inconnue.

Entre le confluent du Jabron et celui de l'Artuby, le cours du Verdon ne paraît pas conforme à la structure ; jusqu'à Rougon, il coule en sens inverse du pendage. Mais cette structure date d'une phase antérieure aux derniers mouvements tectoniques et, dès ce moment, avait été fortement attaquée par l'érosion. La surface sur laquelle s'est fait le chevauchement du Signal de Robion, peu inclinée, coupe obliquement toute la série crétacée. C'est le seul reste d'une surface arasée sur laquelle a coulé le Verdon avant de surimposer son lit dans les formes structurales rajeunies par le déblaiement du Crétacé tendre.

On peut également invoquer l'existence de cette surface d'arasement pour expliquer la grande cluse du Verdon en aval de Rougon, qui coupe un anticlinal dans sa partie la plus haute, alors que le synclinal de la Palud semble offrir une voie beaucoup plus facile. Cette explication paraît préférable à l'hypothèse d'une percée hydrogéologique souterraine qui aurait donné naissance, par approfondissement et par éboulement des voûtes, à la vallée actuelle.

Le cours de l'Artuby et de la partie aval du Verdon est conforme à la structure, et correspond à un synclinal du plateau de Canjuers, bientôt serré entre l'anticlinal du Margès au Sud et une série chevauchante au Nord. C'est cette série chevauchante (cf. fig. 2) qui paraît avoir déterminé l'emplacement de la cluse par laquelle le Verdon coupe la fin de l'anticlinal du Margès pour entrer dans le bassin de Valensole. Son cours correspond ensuite à la pente générale de la surface des conglomérats qui remplissent ce bassin, avec une surimposition qui atteint fréquemment le Jurassique. Doit-on attribuer à des captures par affluents locaux le coude de Montpezat ? Il ne nous est pas possible de préciser ce détail.

On voit immédiatement comment le torrent de Moustiers a capturé la tête des cours d'eau qui s'écoulaient dans le sens de la pente du plateau de Valensole, en partant du plateau jurassique qui domine Moustiers et qui prolongeait celui de Valensole.

Il resterait à montrer comment les deux seuls affluents notables du Verdon, le Jabron et l'Artuby, correspondent à la structure, extrêmement morcelée de la région qu'ils traversent, et qui se trouve déprimée par rapport aux plateaux du haut Var, situés plus au Sud. Nous n'entrerons pas dans ce détail, et nous nous contenterons d'avoir montré comment la partie aval du Verdon, conforme à la structure tectonique, s'est augmentée des cours supérieurs de l'Asse et de la Vaïre, vers le Nord.

Jean Goguel.

LA PLAINE DU VALOIS

Au Nord-Est de Paris, la plaine du Valois s'ouvre au milieu des grands massifs forestiers du mont Pagnotte et d'Halatte à l'Ouest, de Compiègne au Nord, de Villers-Cotterets et de Retz à l'Est, et d'Ermenonville au Sud[1].

Ainsi délimitée, elle correspond à peu près dans toute son étendue à l'extension des limons quaternaires, formés aux dépens du sous-sol calcaire. Malgré ses variations d'épaisseur — de 1 m. au Nord de l'Automne à 10 m. aux environs de Nanteuil-le-Haudouin — et ses variations de faciès, beaucoup plus calcaire près de Senlis et beaucoup plus ferrugineux au Sud, ce sol superficiel est l'élément primordial de la fertilité de la plaine et a déterminé son orientation vers la culture intensive.

Cette plaine du Valois dénudée, mollement ondulée, riche en blé et en betteraves à sucre, peuplée de gros villages et de fermes, fait penser aux autres plaines agricoles des environs de Paris : Beauce, Brie, pays de France ou Multien. Mais il est facile de se rendre compte de son originalité.

Son étendue, d'abord, n'est en rien comparable à celle de la Brie ou de la Beauce ; ses plus grandes dimensions ne dépassent pas 40 km. de l'Ouest à l'Est et 20 km. du Nord au Sud. Mais ce qui efface surtout l'impression de monotonie, c'est le développement côte à côte de plusieurs formes de relief dont la combinaison presque harmonieuse contribue à l'originalité du Valois.

Un relief uniforme, généralement plat, sans dénivellations brusques ni ondulations très marquées, se développe avec une véritable allure de table sur la majeure partie de la plaine. La seule déformation apparente est une légère inclinaison du Nord vers le Sud et de l'Est vers l'Ouest, qui fait varier l'altitude de 150 à 80 m.

Dans cette table se développe tout un réseau de vallées profondes et encaissées. Les versants en pente raide forment des abrupts qu'accusent de longues échancrures de roche à nu, et tombent brusquement sur un fond plat et humide, couvert d'alluvions gorgées d'eau. La raideur des pentes, l'absence de limons et la trop grande humidité des fonds rendent les vallées peu fertiles. Les versants restent en friche, avec une maigre végétation d'arbustes et de prairies à l'herbe dure et sèche. Les fonds sont occupés par des taillis, des broussailles, des plantations de peupliers, des mares et des tourbières. Tel est l'aspect de la vallée de l'Automne dans la plus grande partie de son cours, et de la plupart de ses vallées affluentes.

Sur ses bords enfin, la plaine se relève pour former une série

1. Carte à 1 : 80 000 du Service Géographique de l'Armée, feuille *Soissons SO*.

de hauteurs boisées, alignées comme la butte de Villers-Cotterets, ou dessinant un contour irrégulier comme le talus méridional.

Rappelant, par leur altitude et leur situation, les bordures escarpées dont elles semblent par endroits des témoins avancés, des buttes s'élèvent à la surface de la plaine. Elles se caractérisent par une altitude uniforme de 140-150 m. et une disposition rectiligne et ordonnée suivant une orientation SE-NO : buttes du Bois de Balizy, du Haut-Montel, mont Cornon, buttes de Trumilly, de Montigny, etc....

La plaine, les coteaux, les buttes, les vallées, voilà une grande diversité de formes de relief, qui composent un paysage agréable, jamais monotone.

I. — Structure et relief

La structure de la plaine du Valois est tout entière due à l'existence de la couche de calcaire grossier qui forme, sous le dépôt superficiel des limons, le substratum de la région.

Elle se présente ici avec une puissance de 30 à 35 m., et ses éléments sont suffisamment résistants, homogènes, bien lités et fortement diaclasés. De là, la platitude et la régularité de la plaine et les formes accusées des versants de vallées.

La couche de calcaire grossier n'est cependant pas absolument horizontale. Elle a subi des déformations notables, comme en témoigne la carte structurale[1] ci-jointe (fig. 1).

On y remarque : 1° une inclinaison d'ensemble du Nord vers le Sud, générale dans la région de l'Ile-de-France ; — 2° l'avancée extrême de l'anticlinal de Compiègne avec son plongement périclinal à l'Est de la Savières, affluent de l'Ourcq. Le flanc Sud de cet anticlinal est interrompu, vers 100 m. d'altitude, par un palier dont la limite méridionale coïncide exactement avec le cours irrégulier de l'Automne supérieur ; — 3° des sortes de cuvettes ou de gouttières orientées N-S : large cuvette du mont Pagnotte, à l'Ouest de Senlis, — dépression d'Ormoy-Villers et de Crépy, etc....

Il existe d'autres accidents : ce sont des flexures orientées du NO au SE et surtout de petites failles à faible rejet, observables dans quelques carrières. Elles concordent généralement avec les diaclases du calcaire et présentent une disposition orthogonale. La plus importante est certainement celle qui a déterminé l'établissement de la vallée de l'Automne, affectant la couche inférieure du calcaire grossier d'un décalage d'une dizaine de mètres.

1. Les cotes qui ont servi à établir cette carte nous ont été fournies par des sondages de MM^rs^ Boursault et Lemoine, par la carte géologique confrontée avec les minutes de la carte d'État-Major à 1 : 40 000, enfin par des relevés au baromètre sur le terrain.

Ces accidents de la structure : inclinaison, ondulations et failles, nous aident à comprendre bien des accidents du relief, mais il faut aussi faire intervenir l'action d'un cycle d'érosion assez poussé.

1o **Surface d'érosion et plate-forme structurale.** — La surface d'érosion qu'il a façonnée, visible sur la coupe (fig. 2) vers 150 m.

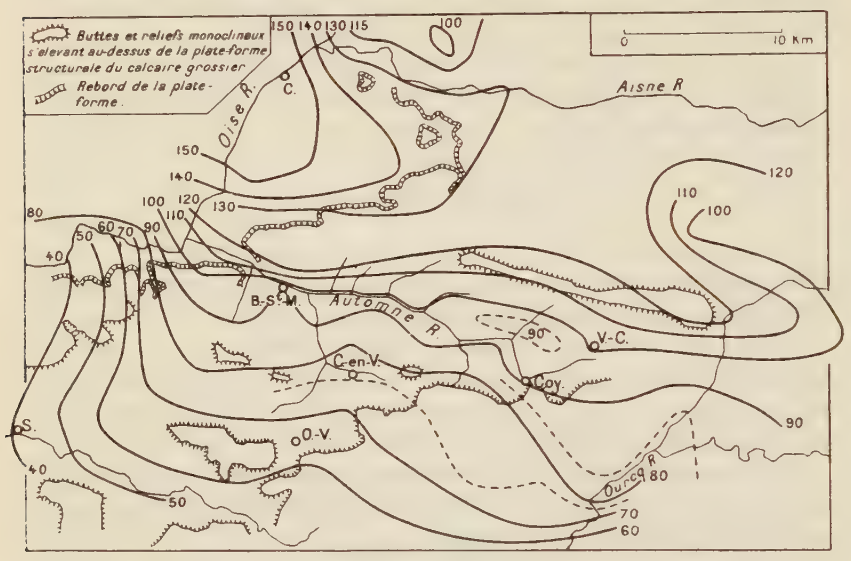


FIG. 1. — CARTE STRUCTURALE DE LA BASE DU CALCAIRE GROSSIER.
Échelle, 1 : 500 000.

Abréviations : B. St M., Béthisy-Saint-Martin ; C, Compiègne ; Coy., Coyolles ; C.-en-V., Crépy-en-Valois ; O.-V., Ormoy-Villers ; S, Senlis ; V.-C., Villers-Cotterets.

d'altitude, a tronqué au Nord l'anticlinal de Compiègne dans le calcaire grossier, mais au Sud elle s'est inscrite, par suite de la descente générale des couches, sur les sables moyens, tandis que plus au Sud encore elle recoupait la couche de calcaire de Saint-Ouen.

Au cours d'une reprise ultérieure, les sables mis ainsi à découvert ont été déblayés, démasquant la magnifique plate-forme structurale du calcaire grossier jusqu'à la ligne où la couche du calcaire de Saint-Ouen les protégeait. Ainsi se sont constituées la plaine structurale et sa bordure méridionale en forme de côte.

2o **Les buttes.** — Les buttes établies en avant de cette côte, butte du mont Cornon, butte de Trumilly, marquent une étape de son recul. On ne peut qu'être frappé de leur alignement sur les redans orientés comme elles du Nord-Ouest au Sud-Est, que la carte elle-même dessine.

Ne peut-on y voir un effet des dislocations, flexures et gouttières, signalées plus haut dans le calcaire grossier ? Les redans correspondraient aux bordures des gouttières N-S ; les alignements NO-SE étant en rapport avec des flexures.

3o **Le réseau hydrographique.** — Il semble que son tracé se soit adapté aussi, dans une certaine mesure, à ces dislocations. Il apparaît constitué selon un canevas assez régulier. Les rivières principales et affluentes sont marquées de changements de direction brusques qui les orientent tour à tour suivant la direction NE-SO, SE-NO et O-E.

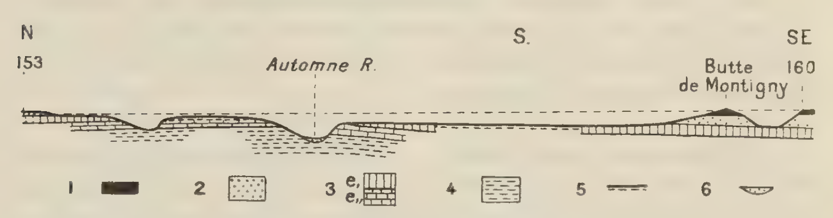


Fig. 2. — Coupe N-S-SE par la vallée de l'Automne et la butte de Montigny.

1, Calcaire de Saint-Ouen (e^2). — 2, Sables de Beauchamp (e^1). — 3, Calcaire grossier supérieur (e_I) et inférieur (e_{II}). — 4, Sables du Soissonnais (e_{III}). — 5, Limon de plateaux (a^1). — 6, Alluvions de vallées récentes (a^2). — Échelle des longueurs, 1 : 100 000 ; des hauteurs, 1 : 12 500.

Nous pensons que ce système presque géométrique n'est pas l'effet du hasard et qu'il doit être mis en rapport avec le réseau orthogonal de dislocations, signalé plus haut dans le calcaire grossier. Points faibles dans la structure d'une roche qui, par ailleurs, offre une assez grande résistance à l'action des eaux, les diaclases et les failles ont guidé l'érosion régressive. La haute vallée de l'Automne est un exemple significatif de la combinaison des deux premières directions. Ce n'est pas tout. Elle est installée sur le flanc Sud de l'anticlinal de Compiègne, non loin de son axe ; et l'on peut supposer que cet encaissement s'est produit au cours de la reprise d'érosion qui a suivi le façonnement de la surface d'érosion de 150 mètres et accompagné le dégagement de la surface structurale du calcaire grossier.

Cette position anormale par rapport à la structure (la vallée est presque une vallée anticlinale) détermine une dissymétrie très nette à la fois dans le réseau d'affluents et dans la forme même de la vallée. Les affluents de la rive droite sont très courts, véritables ravins qui découpent dans le versant de fréquentes et profondes entailles. Ceux de la rive gauche, au contraire, sont beaucoup plus longs ; bien qu'établis à contre-pente, ils ont profité des diaclases du calcaire pour allonger leur cours. Leurs vallées plus espacées sont mieux calibrées.

Par suite, le versant droit de la vallée est inégal et sa pente est adoucie. Le versant gauche conserve de longues sections rectilignes et il est plus abrupt. La dissymétrie affecte même l'habitat, puisque c'est sur le versant droit où l'accès aux terres du plateau est plus facile, où les sources sont plus nombreuses, l'exposition plus favorable, que se groupent les villages, le versant gauche ne retenant que quelques hameaux ou de rares et petites localités.

II. — La vie rurale

La vie rurale présente une curieuse adaptation aux conditions générales du relief. On distingue une économie de plaine, une économie de vallée, et les coteaux eux-mêmes introduisent dans la première de réelles modifications.

1° **L'économie de la plaine.** — L'économie de la plaine est de nature essentiellement agricole, comparable à celle de la Beauce ou des grandes plaines du Nord de la France. De riches fermiers, qui prennent plus l'allure de grands industriels que d'exploitants campagnards, visent, par une culture intensive et rationnelle, au rendement maximum.

Un bel exemple nous est fourni à Russy-Bémont, par l'exploitation de Mr D., qui s'étend sur 636 ha. On y poursuit un assolement différent, de durée variable, suivant les qualités des terres ; on y met en valeur une vallée marécageuse et tourbeuse par une plantation de peupliers, après drainage méthodique et continu ; on y recherche, après sélections de graines et essais de repiquage, les meilleures qualités de semences ; on s'y tient au courant des nouveaux engrais et des nouvelles machines, etc.

Actuellement, la production se partage entre les betteraves à sucre et les céréales. Le blé, moulu dans les minoteries de la région — à Duvy et Senlis — sert à l'alimentation de la population parisienne.

La culture de la betterave sucrière, introduite dans la région vers 1831, a donné lieu dès le milieu du siècle dernier à l'établissement de sucreries.

Livrées par wagons ou camions, soit aux bascules qui les pèsent, soit aux râperies qui en pressent les pulpes et envoient le jus par conduits souterrains à la sucrerie voisine, la presque totalité des betteraves du Valois est absorbée par les sucreries de la région, au nombre de quatre. La sucrerie de Cornois à Vauciennes, la plus importante, concentre la production sur un rayon de 20 à 25 km. ; la râperie de Mermont (Crépy) en dépend. La râperie de Baron, qui draine toute la production betteravière du Valois méridional, est

rattachée par tuyaux souterrains, du genre *pipe-lines*, à la sucrerie de Villenoy, près de Meaux. Au début de la saison, chaque sucrerie se lie aux cultivateurs par contrats qui fixent la superficie à ensemencer, la production à récolter, le tarif d'après lequel sera fixé le prix de vente. La réglementation de la production par les sucreries devient de plus en plus arbitraire à la suite d'un nouveau contingentement. Le travail dans les sucreries étant relativement court — de la mi-octobre à la mi-janvier — la sucrerie s'assure chaque année une main-d'œuvre saisonnière, étrangère la plupart du temps, — belge ou polonaise, — recrutée par équipes.

Les ouvriers viennent dès le mois d'avril, s'emploient d'abord chez les cultivateurs, où ils forment une main-d'œuvre d'appoint pour les nombreuses façons exigées par la culture ; après la récolte, ils travaillent à la sucrerie, puis ils retournent chez eux, ou s'embauchent dans les briqueteries des environs de Paris (Domont, Montmorency) où ils passent l'hiver.

Bien qu'elles soient nées de conditions locales, pour assurer un débouché aux produits agricoles de la région, ces sucreries constituent de puissants organismes industriels, dont la fonction vient compléter celle des grosses fermes du voisinage. Une économie qui tend chaque jour à s'industrialiser exige des unes et des autres une collaboration de plus en plus étroite.

2° **L'économie des vallées.** — L'économie des vallées n'est plus tout à fait la même. Les brusques pentes des versants, l'absence de limon, les fonds marécageux introduisent des formes de petite exploitation à la main-d'œuvre réduite ou même familiale, aux procédés routiniers, aux rendements médiocres. Le but est d'assurer la nourriture de la famille ; mais on vend aussi les produits des jardins et des vergers. Avec cette forme d'exploitation, on voit apparaître, principalement dans la moyenne et la basse vallée de l'Automne, des formes d'activité industrielle qui ne sont plus liées, comme les sucreries de la plaine, aux cultures de la région, mais qui apparaissent véritablement comme des ressources d'appoint : industrie du bois (planches, meubles en bois blanc, jouets, articles de bazars), industries de la brosserie, de la vannerie, du travail sur cuivre, industries extractives à partir de nombreuses carrières souterraines ou à ciel ouvert, creusées dans le calcaire grossier.

Ce sont de petites fabriques, des ateliers de campagne, qui n'emploient que quelques dizaines d'ouvriers. Depuis quelque temps du reste leur production se maintient difficilement en face de la concurrence étrangère et par suite de la fermeture progressive des débouchés.

3° **L'économie des bordures.** — Nous avons vu que les coteaux boisés qui forment la limite de la plaine introduisent dans le relief un élément de variété ; l'économie des villages établis sur ces bordures, en particulier au Nord et au Nord-Ouest, est sensiblement différente de celle de la plaine.

En plus de quelques champs limoneux et découverts, qui s'étendent en plaine, les communes comme Villeneuve-sur-Verberie, à la lisière de la forêt d'Halatte, ou Éméville en bordure de la forêt de Compiègne, exploitent aussi les boqueteaux et les bois compris sur leurs territoires : d'où une exploitation mixte, qui tient à la fois de l'économie exclusivement agricole de la plaine et de l'économie grandement différenciée des vallées.

Ce sont ces trois formes d'économie qui créent l'originalité de la plaine du Valois.

III. — Habitat et état social

1° **Habitat.** — La carte de l'habitat, à son triple point de vue de la forme, de la répartition, de la valeur démographique et sociale (fig. 3), montre une opposition fondamentale entre la plaine et ses grosses agglomérations de type exclusivement rural et les vallées dont les villages s'accrochent aux pentes des ravins affluents ou s'allongent au bord de l'Automne.

a) *Le village de la plaine.* — Dans la plaine, l'agglomération est la règle. Le village rassemble ses maisons au centre du domaine rural. Il se compose avant tout de grosses fermes bâties en pierre. dont les murs épais et nus lui donnent en même temps que des « airs de cité » un aspect sévère et monotone.

La population est composée essentiellement d'ouvriers agricoles salariés et petits propriétaires journaliers, dont la proportion peut atteindre 70 à 80 p. 100. Ils travaillent dans les trois à cinq grandes exploitations qui se partagent le territoire de la commune, et ne possèdent quelquefois rien en propre, pas même la maison où ils habitent, ou le carré de légumes qu'ils cultivent.

b) *Le village de vallée.* — Dans les vallées au contraire, la forme et le site des villages sont beaucoup plus en rapport avec les conditions physiques de pente et d'exposition des versants. Ainsi, sur le versant droit de l'Automne, exposé au Midi, les villages se pressent plus nombreux que sur le versant gauche. Fresnoy s'allonge au bord de l'Automne et de la route, Orrouy et Béthancourt ont profité du replat cyclique de 90 m., et Morienval s'enfonce dans la vallée affluente pour jouir d'un fond moins humide et moins boisé. C'est pourquoi, tout en restant agglomérés, les villages marquent une concentration beaucoup moins dense et beaucoup moins complète :

les maisons de forme et d'attribution variées s'espacent et se répartissent le long du versant, au hasard d'une rupture de pente ou d'une exposition plus favorable. Elles s'accompagnent de cours, de jardins, qui leur donnent un aspect plus varié et plus gai.

Les éléments de la population se montrent aussi beaucoup plus diversifiés qu'en plaine. Le nombre des ouvriers agricoles diminue notablement ; ils ne sont encore prépondérants que là où les exploitations rurales gardent quelque importance (à Morienval et Béthancourt). Partout ailleurs ce sont les ouvriers industriels qui dominent (64 p. 100 de la population à Béthisy-Saint-Pierre, 48 p. 100 à Gilocourt, 62 p. 100 à Vauciennes). En même temps apparaissent des éléments nouveaux, ceux qu'on appelle les « petites gens ». Ce sont des rentiers, anciens employés, fonctionnaires retraités, petits bourgeois, villégiateurs, qui cultivent un lopin de terre ou un bout de jardin. Enfin, il faut tenir compte d'un plus grand nombre d'artisans de tous métiers, et de commerçants de toutes catégories.

2° **État social.** — L'opposition entre l'habitat et la population de la plaine et ceux de la vallée repose essentiellement sur un mode de propriété différent.

La plaine présente une grande unité d'exploitation, qui correspond à son unité de production et à l'unification du mode de culture. Cette unité d'exploitation se traduit par la grande propriété, tenue en fermage. Il n'est pas rare de rencontrer des exploitations de 500 ha. — une exploitation de 700 ha. est à signaler à Vez et à Russy-Bémont. L'étendue moyenne reste cependant dans la plupart des village aux environs de 250 ha. Ces exploitations se partagent parfois à deux ou trois le territoire d'une commune (Vez et Russy-Bémont, Borest). Elles tendent toujours, soit par le rachat des terres tenues en location, soit par des échanges, au remembrement des parcelles et à la constitution d'un domaine d'un seul tenant. A la proportion des grandes exploitations, qui est de cinq sixièmes dans les cantons de Betz, Crépy, Senlis et Nanteuil-le-Haudouin, correspond exactement la proportion des fermiers par rapport aux propriétaires exploitants.

Les fermiers dirigent l'exploitation pour le compte d'un propriétaire, le plus souvent absent, banquier, gros industriel, représentant féminin d'une ancienne famille. Ils forment une véritable aristocratie terrienne. Il n'est pas rare de voir se succéder de père en fils, sur le même domaine, de véritables dynasties de fermiers, toujours portés à étendre l'exploitation, à remembrer les parcelles dispersées et à se constituer un domaine dont ils sont eux-mêmes propriétaires. Cette évolution vers la grande propriété s'est probablement faite dans le courant du XIXe siècle, à partir d'une moyenne

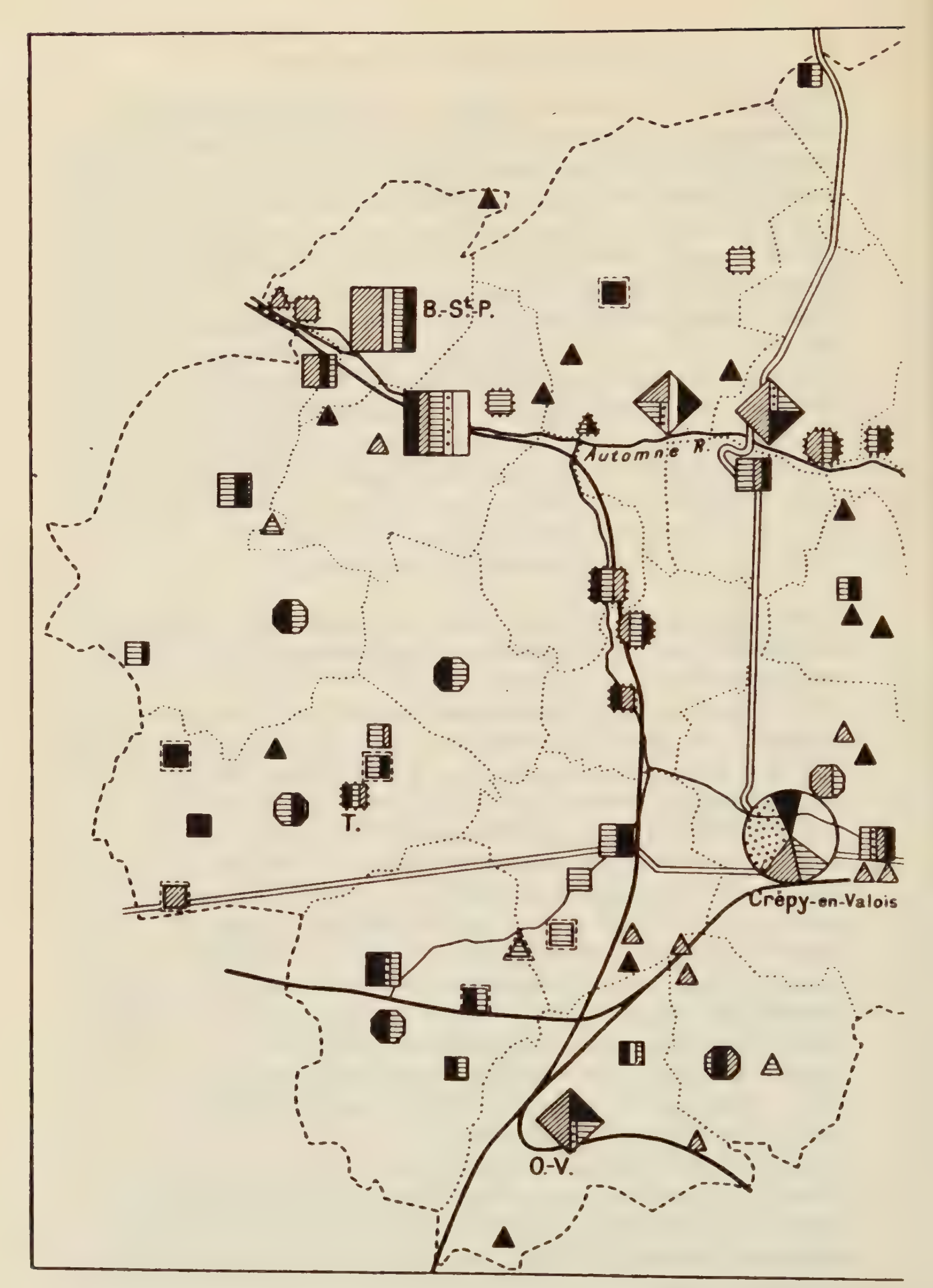
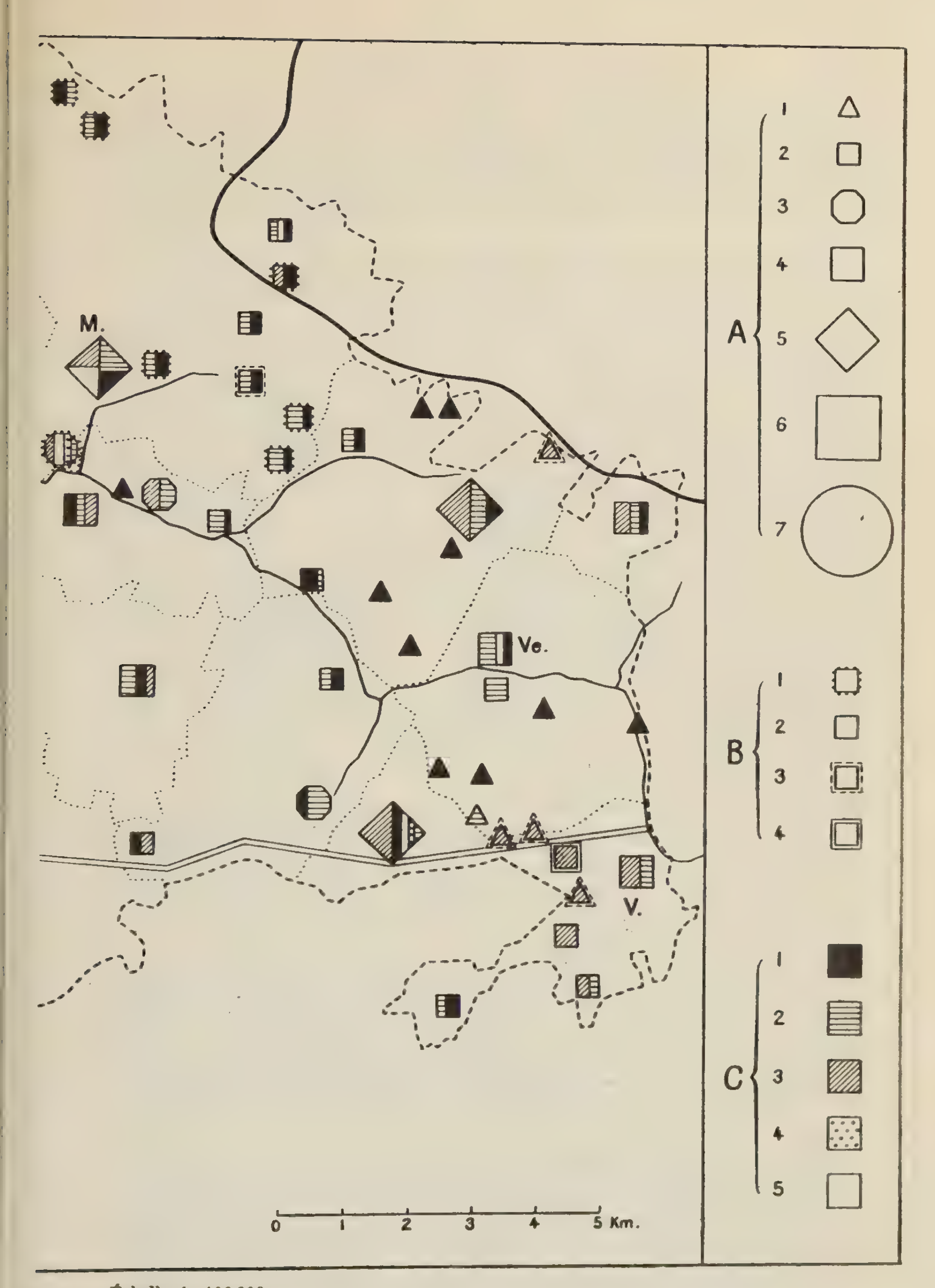


FIG. 3. — CARTE DE L'HABITAT

A. ***Répartition de l'habitat :*** 1, maison isolée ; 2, hameau de 2 à 25 maisons ; 3, hameau de 26 à 50 maisons ; plus de 500 maisons. Les dimensions des signes sont telles qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres, les son ; 2, de 3 à 5 hab. par maison ; 3, de 5 à 10 hab. par maison ; 4, de 10 à 20 hab. par maison. — C. *Valeur* fonctionnaires ; 5, commerçants et artisans. — Abréviations : B. St P., Béthisy-Saint-Pierre ; M., Morienval ;



RURAL. — Échelle, 1 : 100 000.

4, village de 51 à 100 maisons ; 5, village de 101 à 250 maisons ; 6, village de 251 à 500 maisons ; 7, bourg de trois premiers toutefois étant légèrement plus petits. — B. *Valeur démographique :* 1, moins de 3 hab. par mai- *sociale :* 1, propriétaires exploitant ; 2, ouvriers agricoles ; 3, ouvriers d'industrie, bûcherons ; 4, employés, O.-V., Ormoy-Villers ; T., Trumilly ; V., Vauciennes ; Ve., Vez.

propriété, dont témoignent encore aujourd'hui le nombre considérable de parcelles, d'étendue médiocre, qui entrent dans la composition des exploitations actuelles et la discordance qui existe entre la division agricole et réelle du sol et la division foncière portée au cadastre.

La formation des grands domaines a entraîné diverses conséquences : création d'un prolétariat rural, aux dépens des petits propriétaires journaliers, qui, « s'ils gardent la liberté de vendre, restent dans l'impossibilité d'acquérir[1] » ; — dépopulation par le départ de ceux que rien n'attache plus au sol ; — diminution de la population, très sensible dans tous les villages purement agricoles et de grande propriété : Vez, Morienval, Rocquemont, Baron, Borest, etc... ; — appel à une main-d'œuvre étrangère dont quelques éléments s'établissent dans le pays.

Dans les vallées, au contraire, aux conditions naturelles beaucoup plus diverses correspond une propriété beaucoup plus morcelée, tout à fait adéquate aux formes de culture qui y sont pratiquées : jardinage, culture des légumes, exploitation des bois communaux. Ainsi, dans la vallée de l'Automne, on relève un nombre considérable de propriétés inférieures à 1 ha. ; ailleurs — Saintines, Béthisy-Saint-Pierre, Éméville — l'étendue est un peu plus grande, mais ne dépasse jamais 50 ha. La différence avec la plaine ne porte pas seulement sur le mode d'exploitation, mais elle apparaît aussi dans le mode de tenure : le faire-valoir direct remplace le fermage, qui n'existe pour ainsi dire pas à Orrouy, Saintines, Bonneuil, Éméville.

Dans les vallées, l'évolution du régime de la propriété est un peu plus complexe. L'existence de petites propriétés et de sols très morcelés, attestée au milieu du siècle dernier dans les vallées où se pratiquait « la culture à bras[2] », doit être le résultat d'un morcellement antérieur, fait aux dépens d'anciens domaines d'étendue moyenne, qui jalonnent encore actuellement la vallée de l'Automne et qui restent le centre d'une exploitation considérablement réduite en comparaison de ce qu'elle a dû être (château de Séry-Magneval, de la Motte à Béthisy-Saint-Martin, propriété du Comte Doria, à Orrouy).

Ce morcellement excessif de chaque exploitation et même de chaque parcelle, dû à la fois au mode d'exploitation et au système d'héritage, a fini par nuire à la prospérité du pays ; d'où une réaction sensible, quoique toute récente — elle ne date que de 1919 — dans le sens d'un remembrement des terres par échange de parcelles.

Ainsi la vie rurale, telle qu'elle existe actuellement dans le Valois,

1. Leroux et Lenglen, *Agriculture du Département de l'Oise*, Beauvais, 1908.
2. Graves, *Précis statistique sur le canton de Crépy-en-Valois*, 1843.

avec ses modes si fortement opposés, semble avoir eu pour origine l'existence d'une moyenne propriété et d'une moyenne exploitation, qui aurait évolué dans un sens différent dans la plaine et dans les vallées. Cette évolution se trouve confirmée par la carte des variations de la population (fig. 4).

Tandis que nous avons vu une baisse de population générale dans les communes restées exclusivement rurales, nous pouvons

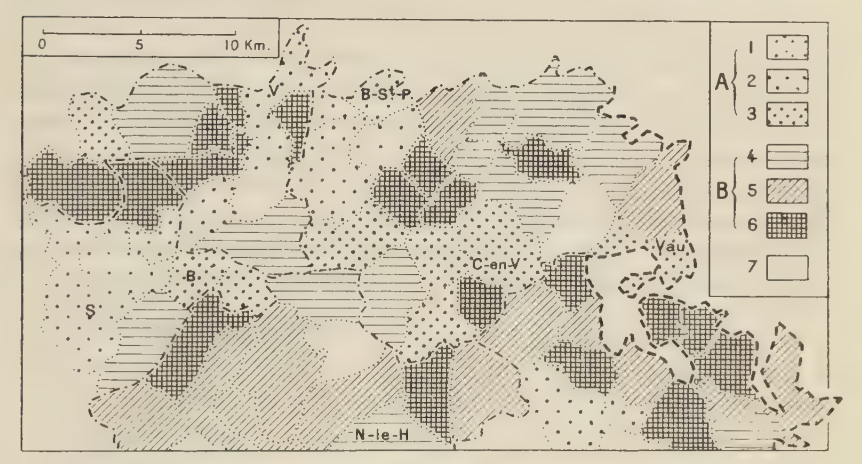


Fig. 4. — Carte des variations de la population de 1851 a 1931.

A. Cantons où la population a augmenté : 1, de moins de 10 p. 100 ; 2, de 10 à 30 p. 100 ; 3, de plus de 30 p. 100. — B. Cantons où la population a diminué : 4, de moins de 10 p. 100 ; 5, de 10 à 30 p. 100 ; 6, de plus de 30 p. 100. — 7, État stationnaire. — Abréviations : B, Barberie ; B-St P, Béthisy-Saint-Pierre ; C-en-V, Crépy-en-Valois ; N-le-H, Nanteuil-le-Haudoin ; S, Senlis ; V, Verberie ; Vau, Vauciennes. — Échelle, 1 : 400 000.

constater une augmentation dans toutes celles où l'industrie a pénétré : industrie sucrière pour Vaumoise, Vauciennes, Trumilly, Néry, — industries extractives pour Duvy et les environs de Senlis, — industries diverses pour les vallées de l'Automne et de l'Oise. Car partout où elle existe, toute rudimentaire et locale qu'elle soit, l'industrie exerce un rôle d'attraction pour la population et permet à celle-ci de se maintenir et même d'augmenter. Les communes où une augmentation de population s'est fait sentir et où quelquefois même elle dépasse 30 p. 100 du chiffre de 1851 sont assez nombreuses dans le Valois ; ce qui prouve un effort d'adaptation à une économie nouvelle et de résistance à un ralentissement économique. Cela n'empêche malheureusement pas la dépopulation de se marquer dans l'ensemble de la région et de contre-balancer fâcheusement les progrès accomplis par les villages de la vallée.

Orienté exclusivement vers la culture par ses conditions natu-

relles de relief et de fertilité, le Valois, par sa constitution sociale et son mode de propriété, s'est délibérément tourné vers l'économie agricole. Dans cette voie, il a su d'ailleurs profiter de sa proximité de Paris et de sa situation dans la ceinture des grandes plaines agricoles qui gravitent autour de la capitale et ne vivent que par elle et pour elle.

Il ne faut pas oublier cependant que le Valois reste une région nettement individualisée, aux caractères précis et originaux. De cette originalité témoigne son long passé historique. Le Valois sort de l'ombre dès les premiers temps de la monarchie mérovingienne. Résidence, puis propriété royale, ce fief jouit de l'avantage d'être tout près de Paris. Aussi les rois de France successivement le rattachent-ils à la couronne (1213), en font un apanage (1284), et l'érigent en duché (1402). C'est cette longue et brillante évolution qui lui a donné, sous l'Ancien Régime, une place privilégiée parmi les pays d'Ile-de-France et actuellement lui a préparé une situation encore très favorable parmi les régions de la banlieue parisienne.

MADELEINE CHAMARD.

UNE NOUVELLE INDUSTRIE FRANÇAISE : LE RAFFINAGE DU PÉTROLE[1]

I. — Historique

L'industrie pétrolière, nouvelle en France, est, disons-le tout de suite, une création du législateur. Dans un monde où régnerait la liberté absolue à laquelle ont rêvé certains penseurs du siècle dernier, le raffinage du pétrole serait en effet localisé plutôt à proximité des gisements pétrolifères ; le produit brut est lourd, encombrant et contient, à côté d'hydrocarbures de valeur relativement élevée, comme l'essence, des résidus lourds et de faible valeur. Mais le pétrole est devenu un produit trop important dans la vie moderne pour ne pas susciter chez toutes les grandes nations le désir de posséder leur propre industrie du raffinage, « industrie-clef », selon l'expression anglaise. C'est ainsi que l'on a vu, depuis la Guerre, des raffineries s'établir au Japon, en Allemagne, en Italie, et la Grande-Bretagne augmenter les siennes. La France s'est engagée dans cette voie peu après la Guerre, et sa politique s'est traduite par la création d'une industrie puissante qui aura atteint prochainement son plein développement.

Si toutefois nous remontons dans le passé jusqu'à l'époque du Second Empire, nous verrons que la France connut jadis pendant près de quarante ans une industrie pétrolière prospère, née d'une protection douanière, et disparue par suite d'une taxe maladroite.

Le pétrole apparut pour la première fois dans notre tarif douanier par un décret du 16 juillet 1863, qui taxait d'un droit de 3 fr. 60 par quintal métrique les produits raffinés. Cette rubrique entraîna la création de plusieurs raffineries sur notre sol, entre autres celle de la maison *Paix* à Courchelettes près de Douai (1865), et plus tard les usines de la société *Desmarais* à Colombes, au Havre et à Blaye. En 1873, la protection des raffineries fut encore élevée, si bien qu'il n'entra presque plus en France que des pétroles bruts (en 1900, 85 p. 100 des importations d'hydrocarbures). Le législateur, jugeant alors excessifs les bénéfices des raffineurs, inscrivit dans la loi de finances du 31 mars 1903 une taxe de fabrication de 1 fr. par hectolitre

1. Principaux ouvrages à consulter sur ce sujet : CHARTROU, *Pétroles naturels et artificiels* (1931) ; FILHOL ET BIHOREAU, *Le Pétrole* ; DE LABARRIÈRE, *La Compagnie Française des Pétroles* (1932) ; *L'Europe Nouvelle*, n° du 14 décembre 1929 ; la *Revue Pétrolifère* (hebdomadaire) ; le *Courrier des Pétroles* (hebdomadaire) ; *Annales de l'Office National des Combustibles liquides* (bimestriel) ; *L'industrie du pétrole*, dans l'*Annuaire de la Revue d'Économie Politique* (*La France Économique en...*) depuis 1930 ; rapports annuels des grandes Sociétés pétrolières françaises.

de pétrole brut introduit dans les raffineries. Cette mesure maladroite entraîna en moins d'un an la disparition des raffineries, qui se transformèrent en sociétés importatrices de produits finis ; elles se bornèrent à opérer, à l'occasion, certains mélanges et à préparer des huiles de graissage spéciales. En 1913 les neuf dixièmes de notre consommation d'hydrocarbures étaient importés de l'étranger à l'état de produits finis.

La Guerre de 1914-1918 plaça le pétrole au tout premier rang des matières premières indispensables. On connaît le mot célèbre de Lord Curzon : « Les Alliés ont été portés à la victoire sur un flot de pétrole ». Le développement de l'aviation, la motorisation et l'extension de la chauffe au mazout sur les navires entraînèrent une consommation croissante de produits pétroliers. En mars 1918, le gouvernement français créa, avec les gros importateurs établis en France (*Shell - Royal Dutch*, *Anglo-Persian*, *Standard Oil*), un consortium contrôlant l'importation et la vente des produits en France. Cette intervention de l'État en pleine guerre est à l'origine de toute notre politique pétrolière d'après-guerre.

En 1921, le retour à la liberté ne fut qu'apparent. L'importation n'était libre que sous la réserve d'une autorisation, accordée à toute personne qui s'engageait à entretenir un stock égal au quart de ses importations annuelles et à acheter à l'État, pour la liquidation des stocks du Consortium, la moitié des produits mis par lui en circulation. Par ailleurs le traité de Versailles donnait à la France une option sur la part que détenait la *Deutsche Bank* dans la *Turkish Petroleum Co.*, fondée pour l'exploitation des pétroles de l'Irak. Nous nous trouvions ainsi posséder le quart environ de la production de ce puissant gisement.

Cette accession au rôle de puissance pétrolière et des préoccupations de défense nationale engagèrent la France dans l'élaboration d'une politique du pétrole, qu'il serait trop long de retracer ici en détail. Les deux grandes étapes de cette politique sont la loi de 1925 et la loi de 1928. La loi du 10 janvier 1925 créait l'Office National des Combustibles liquides, qui allait lui-même étudier l'élaboration de la législation ultérieure ; elle soumettait l'importation à l'engagement de constituer un stock égal au quart des quantités introduites et de donner priorité aux services de l'État. Les trois grands trusts étrangers occupèrent rapidement une place de premier plan, parce qu'ils pouvaient seuls faire face aux grosses mises de fonds nécessaires à l'organisation de la distribution et surtout au maintien de stocks importants. Pour permettre aux entreprises françaises de s'implanter, et de traiter notamment le pétrole de l'Irak, une loi du 30 mars 1928 institua le régime de la liberté contingentée. La loi de finances de 1926 avait établi le principe du monopole du pétrole à partir du 1er avril

1927 ; l'État, en application de ce texte, concédait son droit à des entreprises privées. Les importations inférieures à 300 t. par mois restent régies par la législation de 1925. Les importations supérieures à 300 t. sont soumises à des autorisations spéciales triennales, accordées par décret, déterminant pour chaque bénéficiaire les quantités des quatre principaux produits (essences, lampants, gas-oils, huiles de graissage) à mettre à la consommation. Des licences valables 20 ans sont délivrées d'autre part pour les importations de pétrole brut.

Quelques jours avant cette loi du 30 mars 1928, une loi du 16 mars avait institué la protection douanière du raffinage du pétrole. La tarification est la suivante : les huiles brutes et les résidus destinés au cracking sont admis en suspension de droits dans les usines (ils n'acquittent que la taxe unique de 8 p. 100 *ad valorem* ; le pétrole brut de Pechelbronn est naturellement exonéré de cette taxe, puisqu'il n'est pas importé : c'est là que réside la protection particulière de notre gisement métropolitain) ; pour les produits tirés du pétrole brut, un faible décalage de droits a été établi en faveur de ceux qui sortent des raffineries françaises.

C'est ainsi que la différence entre les droits payés à l'importation par des produits fabriqués à l'étranger et les droits payés à la sortie des usines françaises par des produits élaborés sur notre sol s'établit actuellement :

Pour les essences	à 10 fr. 65	par hectolitre
— lampants	à 10 fr. 65	— —
— lubrifiants	à 33 fr. »	— quintal.
— huiles de vaseline .... / — huiles de paraffine ...	à 77 fr. 50	— —
— paraffines	à 82 fr. 50	— —

En outre les produits sortant des usines sont exonérés de la taxe à l'importation à laquelle restent soumis les produits importés (6 p. 100 *ad valorem* sur les essences et les lampants, 4 p. 100 sur les gas-oils, fuel-oils, road-oils et coke de pétrole).

Telle est, dans ses grandes lignes, la législation créatrice de l'industrie française du raffinage du pétrole. Il était indispensable de la rappeler pour bien comprendre les causes du développement soudain et considérable de cette industrie. Sur les quinze raffineries actuelles, deux datent d'avant la législation (Pechelbronn et Courchelettes), deux autres furent édifiées pendant l'élaboration de la législation (Petit-Couronne et Berre), les onze dernières apparurent en moins de quatre ans, depuis 1931, date des décrets qui, en application de la loi du 30 mars 1928, répartirent les licences d'importation.

II. — Les caractères particuliers de l'industrie du raffinage

Le travail du pétrole. — Il est bon, avant d'étudier notre industrie, de dire quelques mots sur le traitement du pétrole brut et la fabrication de ses dérivés. L'huile brute contient des hydrocarbures variés, de densités et de points de vaporisation différents ; on sépare ces divers éléments par distillation fractionnée du brut, et l'on obtient : 1° les *essences*, de densité de 0,720 à 0,765, subdivisées en essence légère, essence tourisme, essence lourde ; — 2° le *pétrole lampant*, de densité de 0,800 à 0,830, jadis très recherché pour l'éclairage, souffrant aujourd'hui d'un marché de plus en plus restreint ; — 3° les *gas-oils*, de densité de 0,840 à 0,895, combustible des moteurs Diesel, d'un usage de plus en plus répandu dans l'automobilisme (camions à huiles lourdes), l'aviation, le chauffage central, etc... ; — 4° les *fuel-oils* ou *mazouts*, de densité supérieure à 0,900, utilisés comme combustible. Entre les essences et le lampant on obtient parfois une fraction de *solvant*, de densité de 0,775 à 0,780, qui sert à la fabrication des vernis, ou qui est mélangé à l'essence ou au lampant. La distillation est donc l'opération fondamentale du traitement du pétrole brut.

Par suite du développement de l'automobilisme on a été amené à rechercher les moyens d'augmenter le rendement en essence, en extrayant du lampant, du gas-oil ou du fuel-oil les fractions d'essence qu'ils contiennent. On obtient ce résultat par le procédé du *cracking*, qui consiste en une décomposition chimique, un « craquage », des molécules de lampant, de gas-oil ou de fuel-oil, à haute température et sous une forte pression. Le cracking permet l'utilisation des résidus lourds et aussi du lampant, dont la production risquerait d'être excessive par rapport à celle de l'essence ; pratiqué par toutes les raffineries, il en est presque devenu l'opération essentielle.

Le raffinage proprement dit consiste à l'épuration des essences et du lampant obtenus par la distillation ou le cracking.

De nombreuses raffineries limitent leur activité à ces trois opérations, et leur fabrication aux quatre produits : essence, lampant, gas-oil, fuel-oil. Mais d'autres usines pratiquent le raffinage intégral : elles traitent certains résidus ayant des propriétés particulières (obtenus à partir de bruts spéciaux), pour fabriquer les huiles de graissage, la paraffine, les vaselines, les asphaltes, les bitumes, etc....

Les résidus lourds ne sont pas les seuls sous-produits ; parmi ces derniers les gaz tiennent la plus grande place ; leur récupération et leur utilisation plus ou moins judicieuse est d'une grande importance pour le prix de revient. Ces gaz se dégagent notamment au cours des opérations de cracking. Ils peuvent être brûlés dans les fours de la raffinerie, permettant ainsi de réserver les résidus lourds pour le

cracking, la vente ou d'autres usages. Les qualités des gaz de raffinerie sont si nombreuses que, liquéfiés et mis en bouteilles, ils peuvent concurrencer avec succès le gaz de houille ; ils trouvent des débouchés faciles dans les campagnes où ils servent à l'éclairage et au chauffage. On peut envisager aussi la distribution des gaz de raffinerie par conduites ; sans doute le monopole des concessionnaires de distributions de gaz est-il au premier abord un obstacle, mais rien ne s'oppose à ce que les compagnies gazières, dans les agglomérations proches des centres de raffinage, achètent leur gaz aux raffineries au lieu de le fabriquer elles-mêmes. D'ores et déjà de plusieurs côtés, à ce sujet, des ententes sont à l'étude. Ce sous-produit des raffineries, jadis brûlé faute d'utilisation, est donc en passe de devenir un produit intéressant pour toutes les usines et même pour les agglomérations avoisinantes. Les gaz n'ont d'ailleurs pas dit leur dernier mot ; peut-être serviront-ils de base plus tard à d'importantes industries ; on a déjà réussi à fabriquer du caoutchouc synthétique à partir du gaz de cracking[1]....

Nous voyons que la gamme des produits obtenus dans les raffineries est assez variée ; elle n'est pas la même dans toutes les usines ; celles-ci sont aménagées pour traiter chacune un type d'huile brute plus ou moins déterminé, suivant ses affiliations avec des sociétés productrices de matière première et suivant les quantités de produits dérivés que sa licence l'autorise à mettre en vente. L'outillage approprié dépend dans une certaine mesure de ces considérations.

L'organisation industrielle. — L'industrie du raffinage est du type de la grande industrie capitaliste à base scientifique. Nos raffineries sont parmi les plus modernes du monde entier, ayant bénéficié des progrès les plus récents de la technique. Elles représentent des immobilisations considérables de capitaux ; une unité de distillation ou une unité de cracking coûtent à installer un nombre respectable de millions. L'appareillage de traitement du pétrole n'est pas le seul; il faut encore une centrale électrique et thermique dans chaque usine, une capacité de stockage égale au tiers des quantités traitées, des routes, des voies ferrées, etc.... L'exemple de la raffinerie de la *Standard* à Port-Jérôme est suggestif : près d'un demi-milliard de francs y ont été investis ; plus de 7 000 ouvriers y ont travaillé à la fois ; 300 000 t. de matériaux ont été apportés à pied d'œuvre, dont 30 000 t. de chaudronnerie (réservoirs) ; 30 000 m³ de béton ont été utilisés pour les fondations ; la raffinerie comporte 250 km. de tuyauteries (hydrocarbures et vapeur), 250 km. de câbles électriques, 12 km. de routes, 9 km. de voies ferrées et 9 km. d'égouts. Ces chiffres donnent une idée

1. Citons aussi les essais d'alimentation des moteurs avec des gaz liquéfiés.

3 5 ★

du rôle important qu'a pu jouer la construction des raffineries de pétrole, pour atténuer de 1931 à 1933 la crise et le chômage en France ; les quatre milliards investis par cette nouvelle industrie ont été pour la presque totalité dépensés en France, au profit de notre métallurgie, de nos entreprises de travaux publics et de nombreuses autres industries (électricité, produits chimiques, transports, etc...).

Le caractère scientifique de l'industrie du raffinage se traduit par le fonctionnement automatique des appareils, sous la surveillance, par quelques spécialistes, des instruments de contrôle. Les manutentions, extrêmement réduites, ne consistent guère que dans la manœuvre des vannes et des commandes de pompes. Il est à remarquer que dans toute raffinerie les équipes d'entretien (nettoyage, réparation) sont plus nombreuses que le personnel affecté à la fabrication proprement dite des produits. Le caractère scientifique du raffinage du pétrole s'affirme par le rôle important que joue dans chaque usine le laboratoire, laboratoire de contrôle de la fabrication, laboratoire de recherches ensuite. La recherche de procédés pour l'obtention de résidus moins abondants et de rendements meilleurs en essence, la réduction des pertes et des dépenses de combustibles, l'utilisation des gaz, joue ici un rôle primordial. Toutes les raffineries ont un outillage sensiblement identique ; mais le réglage plus ou moins perfectionné des appareils, leur fonctionnement plus ou moins rationnel permettent de varier les rendements et par suite les prix de revient.

L'organisation financière et commerciale. — L'industrie du raffinage nécessite une grande abondance de capitaux ; aussi assistons-nous à une concentration financière très forte et même à des affiliations nombreuses entre les diverses sociétés. Les grands trusts anglais et américains sont largement représentés et contrôlent près de la moitié des raffineries françaises, par l'intermédiaire de filiales dont les présidents, la majorité des administrateurs et les directeurs sont d'ailleurs de nationalité française. Le groupe français est en grande partie sous le contrôle de l'État (*Compagnie Française des Pétroles* et sa filiale *Compagnie Française de Raffinage, Péchelbronn*) et tient la première place. La répartition des produits à livrer à la consommation au sortir des raffineries est la suivante (en pourcentage) :

	Essences	Lampant	Gas-oils	Huiles de graissage
	—	—	—	—
Raffineries françaises ..	62,34	59,80	53,41	44,73
Groupe anglais	17,48	21,28	30,30	15,40
— américain	20,18	18,92	16,29	39,87

La distribution des produits finis est une activité tout à fait distincte de leur fabrication ; elle exige de nouvelles immobilisations

importantes (camions, bateaux, wagons, pompes) et une propagande soutenue. Plusieurs sociétés de raffinage possèdent des moyens de distribution, mais peu d'entre elles pratiquent la vente directement, comme la *Société Jupiter* par exemple. En général elles sont affiliées à des entreprises de distribution, comme la *Standard*, à laquelle est affiliée l'*Économique*. D'autres enfin, comme la *Compagnie Française de Raffinage*, ont laissé cette préoccupation de côté et s'en remettent pour la vente de leurs produits à des sociétés alliées spécialisées. Il est difficile de délimiter d'une manière absolue le champ d'activité des entreprises de raffinage, car, lorsqu'elles ne sont pas des filiales de sociétés productrices d'huile brute, elles possèdent des participations dans ces dernières ; il en va de même pour le transport et la distribution des produits pétroliers. L'enchevêtrement des intérêts financiers est intense. Les recherches mêmes de carburants synthétiques sont poursuivies avec des capitaux venus en partie de l'industrie du raffinage. Mais ces participations ne dépassent pas le domaine du pétrole. Cette industrie encore jeune, en pleine croissance, doit évidemment penser à équiper ses propres usines, à s'assurer l'approvisionnement et le transport des matières premières, ainsi que la distribution de ses produits, avant de s'intéresser aux activités, même en relations avec elle, qui n'auraient pas pour objet direct ou indirect le pétrole.

Cette industrie du raffinage que l'on tend parfois à confondre avec les industries chimiques (comme le fait la *Statistique générale de la France*) a donc une individualité bien marquée, non seulement par son objet, mais encore par ses capitaux, par l'enchevêtrement intérieur et la concentration de ses intérêts.

Nous allons voir au paragraphe suivant se préciser encore l'individualité de cette nouvelle industrie française, dans la répartition particulière et la localisation, sur notre sol, des centres de son développement et de sa cristallisation.

III. — La répartition géographique des raffineries françaises

On pourrait répartir les raffineries françaises d'après la nationalité de leurs capitaux : 1° groupe *français* avec la *Compagnie Française de Raffinage* (2 usines), *Pechelbronn*, *Pechelbronn-Ouest*, *Raffinerie de Pétrole du Nord*, *Raffineries de Berre*, *Les Consommateurs de Pétrole* ; — 2° groupe *anglais* : *Société Jupiter* (2 usines), *Société générale des Huiles de Pétrole* (2 usines) ; — 3° groupe *américain* : *Standard Franco-Américaine*, *Raffineries de la Vacuum*, *Compagnie Industrielle des Pétroles*, *Raffineries de Pétrole de la Gironde*. Une répartition géographique est beaucoup plus vivante parce qu'elle met en valeur les rapports entre les conditions physiques et l'économie du pays d'une part, l'industrie du pétrole d'autre part.

Voici une industrie qui, à une exception près *(Péchelbronn)*, importe d'outre-mer la totalité de sa matière première : elle se fixera par conséquent à proximité des grands ports. Deuxième facteur important : ses produits sont lourds et transportés en masse ; notre industrie va rechercher la proximité des foyers de consommation et le voisinage des voies de communication, notamment des voies d'eau, qui les desservent. La consommation de produits pétroliers est fonction de la densité de population et de l'activité économique : une carte de cette consommation montrerait des taches dans la région de Paris et la basse Seine, dans la région du Nord, et autour des grands centres de Marseille, Lyon et Bordeaux. N'oublions pas, d'autre part, que les grands ports (Dunkerque, le Havre, Bordeaux, Marseille) sont des centres importants d'écoulement du mazout, ce qui explique certains aspects de la répartition de la consommation d'hydrocarbures en France[1].

Un troisième facteur entre en ligne de compte : la défense nationale. Il faut qu'en cas de guerre les raffineries ne soient pas paralysées. C'est pourquoi elles se trouvent réparties dans toute la France, et c'est notamment ce qui explique, entre autres facteurs, le développement du raffinage sur notre littoral méditerranéen.

Les quatre groupes de raffineries françaises : groupe de la basse Seine, groupe du Nord et de l'Est, groupe du Midi méditerranéen et groupe de l'Atlantique, se partagent plus ou moins la France. Il ne faut pas toutefois se montrer ici trop absolu : l'Est et le Nord expédient sur Paris, la basse Seine vers l'Est et vers l'Ouest ; par mer il est fréquent de voir des transports de la Manche à l'Atlantique ou à la Méditerranée.

1. **Le groupe de la basse Seine.** — La basse Seine est le premier centre de raffinage en France ; ses usines assurent plus de la moitié de la production française (environ 2 700 000 t.). Cette prépondérance s'explique aisément par la proximité de la région parisienne ; dans les seuls départements de la Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Oise, Eure et Seine-Inférieure roulaient en 1933 près de 500 000 automobiles, soit 28 p. 100 du total de la France entière. Le Havre, premier port transatlantique français, est aussi le premier dépôt de mazout ; la *Compagnie Générale Transatlantique*, qui y a son port d'attache, chauffe au mazout les neuf dixièmes de sa flotte ; les compagnies transatlantiques étrangères qui escalent au Havre présentent la même proportion. La région parisienne est le principal foyer urbain de France, et cela implique, pour le chauffage

1. Une carte de la consommation par départements a été dressée pour l'essence par la *Revue Pétrolifère* (n° du 19 mai 1934).

central, la chauffe des fours de boulangers, la marche de multiples machines, une demande croissante de gas-oil ou de fuel-oil. Dans l'industrie enfin le mazout remplace de plus en plus le charbon, en premier lieu dans les centrales électriques. Enfin la basse Seine n'est pas seulement proche de la capitale, mais elle lui est reliée par une voie d'eau incomparable, rarement obstruée par les glaces. Le rayon d'action des raffineries de la basse Seine s'étend même par cabotage jusqu'aux régions de l'Ouest, par la route ou le rail jusqu'à la Picardie et à la Basse-Normandie, par la Seine et l'Oise jusque dans le Nord-Est du Bassin Parisien et, par la Seine, le canal du Loing et le canal de Briare, presque jusqu'au centre de la France.

Le groupe de la basse Seine comprend quatre raffineries, dont les deux plus importantes de France. Des extensions sont prévues pour chaque usine, de sorte que cette région a toutes chances de garder son rang à mesure qu'augmentera la consommation française de produits pétroliers.

La basse Seine dispose d'une capacité de stockage d'hydrocarbures presque égale au tiers de la consommation annuelle française. Les usines réunissent en effet près de 1 million de m³ et les deux ports du Havre et de Rouen environ 950 000 m³. Ces ports disposent d'installations de réception d'hydrocarbures qui ont fait du Havre le premier et de Rouen le second port pétrolier français. Les bassins aux pétroles du Havre ont été construits par la *Compagnie Industrielle Maritime*, concessionnaire depuis 1922 d'une partie du port. Ils sont au nombre de deux, comportant deux postes de déchargement chacun, dragués à — 10 m. et accessibles aux pétroliers les plus gros. L'un des bassins est réservé aux réceptions d'huiles brutes pour les raffineries. Un troisième bassin sera construit, lorsque l'extension des usines en justifiera l'aménagement. La capacité de stockage de la *Compagnie Industrielle Maritime* s'élève à 250 000 m³ environ. D'autres sociétés pétrolières possèdent dans le port des réservoirs, d'une contenance totale de 50 000 m³.

Rouen, auquel le Havre dispute le rang de premier port pétrolier français, est resté un centre très important de stockage et de redistribution ; il possède une capacité de 650 000 m³, répartis entre une quinzaine de sociétés pétrolières. Rouen joue le rôle de dépôt d'hydrocarbures de la région parisienne et de tout le Nord-Ouest. Son bassin pétrolier de Grand-Quevilly est le plus grand d'Europe ; huit navires de mer peuvent s'y décharger simultanément. Il existe en aval d'autres installations, destinées aux raffineries de Port-Jérôme et de Petit-Couronne, dont il sera question plus loin.

Compagnie Française de Raffinage (*C. F. R.*). — La *C. F. R.* est une filiale de la *Compagnie Française des Pétroles*, créée avec participation de l'État pour l'exploitation de la part française des pétroles

de l'Irak. La *C. F. R.* jouit du privilège de se voir réservé le quart de la consommation française d'hydrocarbures. C'est donc la plus grosse entreprise de raffinage en France. Elle possède deux usines, l'une sur l'étang de Berre et l'autre à Gonfreville-l'Orcher, à 12 km. du Havre. Cette dernière, la *Raffinerie de Normandie*, fut mise en marche le 1er mai 1933. Elle est située le long du canal de Tancarville, sur les bords duquel a été creusé un bassin pétrolier pour les expéditions par caboteurs et par chalands. Elle reçoit ses huiles brutes par *pipe-line*, depuis le port d'hydrocarbures de la *Compagnie Industrielle Maritime*. La *C. F. R.* traite principalement le pétrole de l'Irak. La capacité actuelle de la raffinerie est de 800 000 t., mais elle doit être ultérieurement doublée. La production actuelle comporte des essences, lampants, gas-oils, fuel-oils, paraffines ; une prochaine étape doublera cette production et y adjoindra la préparation des huiles de graissage et des asphaltes. Une *pipe-line* de construction récente assure l'alimentation du port du Havre, notamment de la *Compagnie Générale Transatlantique*, en mazout.

La distribution et la vente des produits dans l'arrière-pays sont assurées en majeure partie par des sociétés qui ont participé à la constitution de la *C. F. R.*, et qui sont exclusivement commerciales : *Desmarais frères*, *Lille-Bonnières et Colombes* et ses filiales, *Société Française des Carburants*, *Société pour l'Approvisionnement des Consommateurs d'Huiles Combustibles*, la *Motoline*.

Standard Franco-Américaine de Raffinage (*S. F. A. R.*). — Cette société a été fondée par la *Compagnie Standard Franco-Américaine*, filiale en France de la *Standard-Oil of New Jersey*, et qui groupe plusieurs sociétés distributrices françaises. Elle a construit une raffinerie à Port-Jérôme, sur les bords de la Seine à une quarantaine de kilomètres du Havre[1]. Mise en marche en mai 1933, cette raffinerie est actuellement la plus grande de France et même d'Europe. Elle traite surtout des huiles brutes américaines, notamment de l'Équateur ou du Pérou, et des pétroles de l'Irak, qui sont débarqués au Havre, à la *Compagnie Industrielle Maritime*. Une *pipe-line* de 35 km. (la plus longue construite à ce jour en France) amène les bruts à la raffinerie. La capacité annuelle de l'usine approche de 1 million de t. ; on y pratique le raffinage intégral (essence, lampant, gas-oil, fuel-oil, bitumes, huiles de graissage). Les expéditions se font surtout par eau, soit par l'appontement que l'usine possède sur la Seine, soit par le port pétrolier en construction à proximité de la raffinerie, relié à elle par pipe-line; ce port, qui sera une annexe du port de Rouen, comprendra un bassin s'ouvrant sur le fleuve, divisé en trois darses de 600 m. sur 200 m., dont une sera réservée aux pétroliers de haute

1. Voir *Ann. de Géogr.*, 15 juillet 1935, p. 445.

mer, lorsque les travaux de dragage de l'estuaire leur permettront de remonter jusque-là ; une darse provisoire est dès maintenant accessible aux caboteurs et aux chalands. La vente des produits de la raffinerie est assurée principalement par l'*Économique*, société exclusivement distributrice du groupe *Standard* en France.

Raffinerie de la Vacuum Oil Co. (*R. V. O. C.*). — Contiguë à la raffinerie de la *S. F. A. R.* à Port-Jérôme se trouve celle de la *R. V. O. C.* Les sociétés mères ont aux États-Unis des liens assez étroits, qui unissent aussi les filiales. La *R. V. O. C.* a été créée par la *Vacuum Oil* française ; l'usine de Port-Jérôme, mise en route en mai 1933, d'une capacité annuelle de 350 000 t., traite des bruts du Texas, débarqués au Havre et acheminés par la pipe-line de la *S. F. A. R.* ; elle pratique le raffinage intégral et s'applique particulièrement à la fabrication d'huiles de graissage, qu'elle obtient en partie par le traitement des résidus lourds de la raffinerie voisine. A Rouen, la *Vacuum* possède une usine de mise en fûts et en bidons des huiles de graissage. La distribution des produits est assurée par la *Vacuum* et la *Compagnie Industrielle des Pétroles.*

Société La Mailleraye. — En remontant la Seine, nous rencontrons à la Mailleraye, entre Caudebec et Duclair, une petite usine pour la préparation des lubrifiants et des asphaltes. La *Société La Mailleraye* est la filiale d'une firme américaine du groupe *Standard*, l'*Atlantic Refining Co.* La capacité annuelle de l'usine dépasse 100 000 t. ; celle-ci reçoit par la Seine des résidus lourds spéciaux de Port-Jérôme, et fabrique des huiles de graissage pour turbines, transformateurs et moteurs, des huiles d'horlogerie et de parfumerie, des huiles de vaseline, des émulsions d'asphalte pour le revêtement des routes, des produits bitumineux d'étanchéité, etc.... Elle distribue elle-même ses produits à travers toute la France, et en exporte une partie.

Société des Pétroles Jupiter. — La *Société des Pétroles Jupiter* représente en France le groupe anglo-hollandais *Shell - Royal Dutch.* Elle possède deux usines de raffinage, l'une à Petit-Couronne sur la rive gauche de la Seine, à 12 km. en aval de Rouen, l'autre à Pauillac sur la Gironde. La raffinerie de Petit-Couronne fut construite en 1927-1928 pour traiter des résidus lourds du Venezuela et en tirer des bitumes et des huiles de graissage. Lors de l'élaboration de la nouvelle législation pétrolière française, l'usine s'est agrandie et s'est outillée pour le raffinage intégral. Depuis le 1er juillet 1932 sa capacité annuelle est de 600 000 t. ; elle reçoit, dans un bassin pétrolier construit pour la société par le port de Rouen et comportant deux postes de déchargement, des huiles brutes des îles de la Sonde, du Venezuela et, à l'occasion, de l'Irak. La gamme variée de ses produits est écoulée par les services de distribution de la *Société Jupiter.*

La basse Seine, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'étude des quatre grandes raffineries de Gonfreville, Port-Jérôme et Petit-Couronne, mérite le nom de « fleuve pétrolier » ; le trafic des hydrocarbures y est devenu intense et se développera encore par la suite. Il est cependant question de construire une pipe-line pour les essences, du Havre à Paris ; les avantages seraient importants : économie de transport, réduction des pertes par évaporation lors des transvasements, plus grande rapidité. Mais au préalable il faut unifier les qualités d'essences par un conditionnement très strict (la Chambre syndicale des Raffineurs de pétrole s'est saisie de ce problème). D'autre part les difficultés d'installation d'une pipe-line ne manquent pas dans une région à population et à circulation aussi denses que la vallée de la Seine : les expropriations, la traversée des routes, des rivières, des voies ferrées, des lignes électriques sont autant de questions délicates. Le temps sans doute permettra de les résoudre. On a déjà émis l'idée de construire, après la conduite le Havre-Paris, une pipe-line de Rouen à Bordeaux, qui desservirait tout l'Ouest de la France. La basse Seine reste donc par excellence la grande région pétrolière française.

2. **Groupe du Nord et de l'Est.** — Il était normal, dans une zone aussi peuplée et aussi fortement industrialisée que le Nord et l'Est de la France, de voir s'y développer le raffinage du pétrole. Mais la proximité des frontières a limité son extension, et l'écoulement des produits s'exerce surtout dans les régions du Nord et de l'Est.

Pechelbronn. — On sait que la France possède à Pechelbronn, à 40 km. au Nord de Strasbourg, un petit gisement pétrolifère, connu déjà au XVe siècle, exploité industriellement dès 1735. Une société allemande en extrayait de l'huile avant la Guerre ; ses biens furent mis sous séquestre en 1919 et concédés par l'État à *Pechelbronn, Société Anonyme d'Exploitations Minières*, fondée en 1921. La production du gisement s'est élevée de 47 000 t. en 1919 à près de 80 000 actuellement. La raffinerie voisine de Merkwiller fut construite en 1924-1925. Sa capacité annuelle s'élève à 120 000 t. environ ; elle traite, outre l'huile brute de Pechelbronn, 30 000 à 40 000 t. de pétroles Sud-américains importés par Anvers. Ces pétroles remontent le Rhin en chalands jusqu'à Lauterbourg, d'où ils sont ensuite acheminés par wagons, sur une distance de 25 kilomètres, jusqu'à la raffinerie.

L'huile de Pechelbronn a une très faible teneur en essence, mais elle est très riche en fractions lubrifiantes ; aussi les huiles de graissage sont-elles une spécialité de la société ; elles sont distribuées dans toute la France par sa filiale la *Société des Huiles Antar.* L'essence et les autres dérivés produits par la raffinerie sont écoulés en Alsace et

dans l'Est de la France par une autre filiale, la *Société Alsacienne des Carburants.*

Raffinerie de Pétrole du Nord (*R. P. N.*). — La société *R. P. N.* est une filiale du groupe franco-belge *Pétrofina* (*Société Financière Belge des Pétroles*). Elle possède une raffinerie à Dunkerque, mise en marche en août 1932. Elle traite des bruts américains et russes (la société est intéressée à la distribution en France des pétroles russes), qui sont débarqués à Dunkerque. Les installations pétrolières de ce port ne comportent actuellement que deux postes dans la darse nº 4 du Bassin Freycinet, en plein milieu du port. Aussi la construction d'un nouveau bassin, réservé exclusivement aux hydrocarbures, est-elle prévue, à l'extrémité Ouest du port, en bordure de la raffinerie. La capacité de stockage des entrepôts privés de pétrole, actuellement de 200 000 m³, sera aussi augmentée. La raffinerie de la *R. P. N.* peut traiter 300 000 t. par an. Elle pratique le raffinage intégral. La société distribue les produits par ses propres services, principalement dans la région du Nord, mais aussi jusque dans la région parisienne et en Belgique.

Société Générale des Huiles de Pétroles (*S. G. H. P.*). — Cette société représente en France le groupe anglais de l'*Anglo-Persian.* Elle reprit après la Guerre l'usine de la maison *Paix et Cie* à Courchelettes près de Douai. Cette raffinerie, nous l'avons vu, est la plus ancienne de France ; elle fut systématiquement détruite par les Allemands à la fin de la Guerre. La reconstruction fut achevée en 1927. L'usine reçoit à Dunkerque ses huiles brutes qui sont acheminées depuis ce port par voie d'eau ou par fer ; un projet de pipe-line de Dunkerque à Courchelettes (100 km.) a vu le jour, mais la réalisation n'en a pas encore été décidée. Les produits bruts proviennent principalement de Perse, et maintenant aussi de l'Irak. La capacité annuelle de l'usine atteint 200 000 t. ; on y opère le raffinage intégral. Les produits sont écoulés par les services de distribution de la *S. G. H. P.* dans tout le Nord et dans la région parisienne.

3. **Groupe du Midi.** — Le groupe des raffineries du Midi — trois raffineries sur l'étang de Berre et une près de Sète — occupe en France la seconde place. Il réunira bientôt une capacité de traitement de l'ordre de 1 800 000 t., pouvant facilement être portée à plus de 2 millions. Cette région est à l'écart sans doute des grands foyers de peuplement et d'activité industrielle. Mais elle présente de nombreux avantages : situation la plus proche en France des gisements de l'Irak, — proximité de l'Afrique du Nord qui actuellement consomme 500 000 t. par an d'hydrocarbures et doublera en quelques années sa capacité d'absorption, — voisinage de Marseille, premier port français pour le tonnage des navires, par conséquent centre

important de mazoutage, — éloignement des frontières du Nord et de l'Est, et même protection contre les raids aériens venus de cette direction (ce qui n'est pas le cas pour la basse Seine), — enfin existence de l'étang de Berre, sorte de mer intérieure, bordée de terrains vierges, en train de devenir un centre d'industrie très important.

L'étang de Berre, dont les trois raffineries traitent déjà plus d'un million de tonnes et en traiteront un million et demi d'ici quelques années, était avant la Guerre inaccessible à la grande navigation maritime. Une loi de 1919 le classa comme annexe du port de Marseille ainsi que l'étang de Caronte. Depuis lors il a connu un développement rapide, et les établissements industriels se multiplient sur ses rives. En même temps qu'était créé l'établissement maritime de Caronte, on approfondissait l'étang de Berre pour en permettre l'accès aux navires de 8 m. 50 de tirant d'eau ; ces dragages, à défaut desquels les grands pétroliers sont obligés de s'alléger à Port-de-Bouc, sont presque achevés. La dernière raffinerie vient en même temps d'être mise en route. L'année 1935 marquera donc la réalisation du programme pétrolier de l'Étang de Berre.

Compagnie des Produits chimiques et Raffineries de Berre (*P. C. R. B.*). — Cette société, anciennement *Société Franco-Égyptienne des Pétroles*, est une filiale de la *Compagnie de Saint-Gobain*. Son usine, mise en route en août 1931, est située à Bruni, près de Berre, sur la rive orientale de l'étang. Elle possède un port en eau profonde sur l'étang, auquel la relient trois pipe-lines de 5 km. (une pour les réceptions de bruts, les deux autres pour les expéditions de produits finis). D'une capacité annuelle de 400 000 à 500 000 t., elle traite des bruts américains de diverses origines et des huiles de l'Irak, et pratique le raffinage intégral ; ses produits sont distribués par l'intermédiaire de sa filiale la *Société des Pétroles Toneline*. Elle a d'autre part constitué, il y a quelques mois, la *Compagnie Africaine des Raffineries de Berre*, siège social à Alger, pour écouler une partie de ses produits sur le marché Nord-africain.

Société de Raffinage des Huiles de Pétrole (*S. R. H. P.*). — Filiale de la *S. G. H. P.* dont nous avons cité la raffinerie de Courchelettes, la *S. R. H. P.* a construit une raffinerie à l'Avera, sur l'étang de Caronte, non loin du débouché de celui-ci dans le golfe de Fos. L'usine a été mise en marche en juillet 1933. Un bassin pétrolier en eau profonde a été creusé sur l'étang de Caronte, amorce d'un plus grand bassin prévu pour Port-de-Bouc - Martigues par le programme général d'aménagement. La raffinerie est reliée à ce bassin par sept pipe-lines, dont une pour les réceptions de pétroles bruts. Ces bruts viennent presque exclusivement de l'Irak. La capacité de l'usine est de 350 000 t. ; on n'y opère pour l'instant que la première distillation et le cracking (la production se limite donc aux essences, lam-

pants, gas-oils et fuel-oils). Leur distribution est assurée par la *S. G. H. P.*, qui en prévoit l'écoulement partiel en Afrique du Nord et envisage, avec l'accroissement éventuel de ce débouché, l'extension de la raffinerie.

Compagnie Française de Raffinage (*C. F. R.*). — Cette société que nous avons déjà vue installée près du Havre (*Raffinerie de Normandie*) achève à la Mède, entre Martigues et Marignane, sur la rive Sud de l'étang de Berre, sa *Raffinerie de Provence*, qui a été mise en route au printemps 1935. Elle dispose sur l'étang du poste d'accostage en eau profonde de la Mède, construit par la *Société Industrielle de Martigues*. Ce poste est relié à la rive par une pipe-line en partie sous-marine. La raffinerie traite particulièrement des bruts de l'Irak, à une cadence de 400 000 t. par an pour commencer, et bientôt 750 000 à 800 000 t. ; elle pratique le raffinage intégral, avec prédominance toutefois des grands produits : essences, lampants, gas-oils et fuels-oils. Les expéditions se font par un bassin à chalands et caboteurs. La distribution des produits est assurée par les adhérents de la *C. F. R.*

Ainsi qu'on peut le constater, l'étang de Berre est devenu un centre important de raffinage du pétrole. Beaucoup de conditions favorables s'y sont trouvées réunies. Une difficulté cependant est apparue pour l'écoulement des produits vers l'intérieur; faute de voie navigable à grand débit, une partie des expéditions doit être faite par fer, ce qui est relativement onéreux. Sans doute l'aménagement du Rhône pour la navigation est-il projeté, mais la réalisation complète n'en paraît pas devoir être immédiate. Aussi a-t-on pensé à la construction d'une pipe-line de l'étang de Berre à Lyon, qui serait susceptible de rendre de grands services et serait assurée d'un trafic important. Ce projet est à l'étude.

Compagnie Industrielle des Pétroles (*C. I. P.*). — Quittons maintenant l'étang de Berre, en suivant le golfe du Lion. A Frontignan, à quelques kilomètres de Sète, se trouve la raffinerie de la *C. I. P.*, filiale de la *Vacuum-Oil*. La construction de cette usine, achevée à la fin de 1933, fait de Sète un port d'hydrocarbures assez important. Jusqu'à présent le pétrole a été débarqué dans un petit bassin spécial, ouvert sur l'avant-port et relié par pipe-line à Frontignan. La question se pose de savoir s'il faut agrandir ce bassin ou en transférer les installations dans l'étang de Thau ; cette dernière solution prévaudra sans doute, parce qu'on a déjà approfondi le canal de jonction du port de Sète avec l'étang et creusé dans celui-ci un chenal qui assure aux navires un mouillage minimum de 7 m. 30 ; déjà plusieurs industries sont installées sur les rives de l'étang de Thau, qui devient une annexe industrielle du port de Sète. La raffinerie de Frontignan traite pour l'instant 200 000 t. par an de bruts améri-

cains et irakiens ; elle ne pratique que la première distillation et le cracking. Ses produits sont écoulés par les services de distribution de la *C. I. P.*

4. **Groupe de l'Atlantique.** — Il nous reste à étudier le groupe des quatre raffineries situées sur les deux grands estuaires de nos côtes atlantiques.

L'éloignement des autres centres de raffinage du territoire favorisait la création sur ce littoral de raffineries de pétrole, d'autant plus que plusieurs ports s'y échelonnent, qui sont des dépôts de mazout ; en cas de guerre, ces usines seraient plus facilement approvisionnées que celles de la Manche, et que celles de la Méditerranée si nous n'avions la maîtrise de cette mer. La région bordelaise, fortement industrialisée et avec un arrière-pays assez riche, est enfin une consommatrice importante d'essence. Les deux raffineries principales sont d'ailleurs sur la Gironde, celles de la Loire étant de dimensions beaucoup plus réduites.

Raffinerie de Pétrole de la Gironde. — Cette société, fondée par la *Texas Oil Co.* américaine, a construit une raffinerie au Bec d'Ambès, au confluent de la Dordogne et de la Garonne, à 30 km. de Bordeaux et 70 km. de l'Océan. L'usine fut mise en route au début de 1932. Les pétroliers accostent le long de la raffinerie. La capacité annuelle de traitement est de 200 000 à 300 000 t. ; les bruts viennent surtout du Texas. La première distillation et le cracking sont seuls pratiqués et les produits distribués par la société.

Société des Pétroles Jupiter. — La raffinerie de Petit-Couronne dont nous avons parlé est le principal établissement de la société, mais non le seul. Une usine de 300 000 t. a été construite à Pauillac, sur la Gironde, à 47 km. de Bordeaux. Sa mise en marche fut effectuée en décembre 1932. Les bruts traités viennent particulièrement du Venezuela. La première distillation et le cracking sont les seules opérations pratiquées. La distribution des produits est effectuée par la *Société Jupiter.*

Les Consommateurs de Pétrole. — Les six réseaux des chemins de fer français et les grandes compagnies de navigation (*Transatlantique*, *Chargeurs Réunis*, *Messageries Maritimes*, *Sud-Atlantique*) ont créé, pour leur propre approvisionnement en huiles de graissage, mazout et autres produits pétroliers, la société *Les Consommateurs de Pétrole* ; celle-ci a construit une petite raffinerie à Donges, sur l'estuaire de la Loire, à 10 km. de Saint-Nazaire ; elle dispose d'un poste de déchargement de pétroliers sur l'estuaire et d'un poste d'expédition. Mise en marche au début de 1932, l'usine traite environ 20 000 t. de brut. Les produits, principalement des huiles de graissage, sont écoulés parmi les participants de la société.

Pechelbronn-Ouest. — La raffinerie de Pechelbronn-Merkwiller, étant très près de la frontière, ne peut être agrandie et traiter une quantité de pétrole brut correspondant aux licences de la société. Aussi celle-ci avait-elle fondé, il y a déjà plusieurs années, une filiale, dénommée *Brest-Port Pétrolier*, en vue de créer à Saint-Marc, près de Brest, une raffinerie qui aurait traité le complément du contingent de la société mère, et permis au groupe de développer son activité dans l'Ouest de la France. Le projet primitif fut abandonné, mais une nouvelle société fut constituée, sous la raison sociale *Pechelbronn-Ouest* ; elle reprit les droits de *Brest-Port Pétrolier* et s'entendit avec *Les Consommateurs de Pétrole* pour construire à Donges une usine, bénéficiant ainsi des ouvrages de réception et d'expédition déjà aménagés. Cette raffinerie vient d'être mise en route avec une capacité de 155 000 à 200 000 t. Elle traite des bruts américains, et n'opère que la première distillation et le cracking. L'écoulement des produits est assuré par les services de distribution de *Pechelbronn*, et par sa filiale *Petroles-Essences-Naphtes* (*P. E. N.*).

IV. — Le rôle de l'industrie du raffinage dans l'économie française

La consommation française de produits du pétrole augmente régulièrement. Le traitement des huiles brutes en France est donc une source de profits certains ; il permet d'éviter le paiement à l'étranger de plusieurs centaines de millions chaque année, en même temps qu'il assure du travail à nombre de nationaux (l'emploi des ouvriers étrangers est interdit) et procure des débouchés importants à plusieurs de nos industries.

Avant les décrets de 1931, la part de la consommation française d'hydrocarbures traitée dans nos raffineries était infime, puisque nous n'avions que les trois usines de Pechelbronn, Courchelettes et Petit-Couronne. Dès 1932, cette proportion s'était élevée à près de 15 p. 100 ; au début de 1934 elle avait passé à 40 p. 100 ; au début de 1935 nous atteignions 80 p. 100.

Le bilan de l'effort des raffineries françaises peut se résumer encore par les chiffres de leurs productions des quatre dernières années :

1931	394 374 tonnes
1932	867 387 —
1933	2 261 859 —
1934	4 504 294 —

Cet essor du raffinage français s'est répercuté principalement sur notre commerce extérieur, et sur diverses branches de notre industrie, soit qu'il les aidât par ses commandes, soit qu'il les concur-

rençât par ses produits. Cette situation nouvelle s'est reflétée aussi sur l'activité de nos ports et de nos voies navigables.

Importations d'hydrocarbures. — Nous importions naguère des produits finis. Grâce au raffinage en France, un renversement s'est opéré.

IMPORTATIONS FRANÇAISES D'HYDROCARBURES
(Commerce spécial)

1° **En valeur** (millions de francs) :

	BRUTS	DÉRIVÉS	TOTAUX
1931	120	1 797	1 917
1932	244	1 552	1 796
1933	574	1 552	2 126
1934	786	681	1 467
1935 (1er semestre)	417	201	618

2° **En poids** (tonnes) :

	BRUTS	DÉRIVÉS	TOTAUX
1931	518 559	3 503 626	4 022 185
1932	1 034 819	3 453 756	4 488 575
1933	2 739 673	3 109 218	5 848 891
1934	4 321 869	1 832 270	6 154 139
1935 (1er semestre)	2 502 782	616 300	3 119 082

Ces statistiques montrent clairement le bénéfice que nous retirons du raffinage en France, puisque au lieu d'importer une marchandise valant 400 fr. la tonne en moyenne nous en importons une qui ne vaut que 180 fr. environ. Nous assistons, malgré l'accroissement considérable de la consommation française, au remplacement des importations des dérivés de pétrole par celles des huiles brutes. Certains changements se sont opérés dans la répartition de nos fournisseurs. Les pays vendeurs seulement de produits bruts apparaissent sur le marché français : ce sont le Pérou, la Colombie, l'Équateur et surtout l'Irak. En 1933, les États-Unis nous fournissaient encore la moitié des bruts nécessaires à notre industrie. Dès 1934 des pays comme le Pérou ont pris rang et ont bénéficié seuls de l'augmentation de nos importations ; depuis le mois d'août 1934 le pétrole de l'Irak arrive en France ; en onze mois nous en avons reçu 1 437 000 t. et il se classera sans doute en tête dès 1935. Par contre les pays qui nous expédiaient des produits dérivés accusent un recul, notamment l'U. R. S. S. La Roumanie maintient ses positions, parce que plusieurs sociétés roumaines possèdent en France des licences d'importation de produits finis.

Exportations d'hydrocarbures. — La France devient exportatrice de produits pétroliers, ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

Exportations françaises d'hydrocarbures
(Commerce spécial)

	Poids	Valeur
	—	—
1931	10 116 tonnes	11 800 000 fr.
1932	69 542 —	33 400 000 —
1933	229 064 —	56 500 000 —
1934	502 948 —	142 000 000 —

Nous sommes en mesure, grâce à notre situation géographique, de répartir dans certains pays voisins ou dans nos colonies les plus proches une partie des produits élaborés par nos raffineries. Cet aspect de la question n'a pas échappé aux sociétés pétrolières, et plusieurs d'entre elles ont déjà en vue l'exportation au moins partielle de leurs produits ; c'est plus spécialement le cas, nous l'avons vu, des usines du Midi, qui sont à portée du marché Nord-africain. Nous expédions encore peu d'essences (vers les Canaries, l'Algérie, l'A. O. F.), parce que la production française est encore déficitaire par rapport à la consommation ; les envois d'huiles de graissage sont en augmentation (vers la Grande-Bretagne, les États-Unis, l'Algérie), leur haute qualité expliquant leur demande ; les asphaltes et bitumes (dénommés *road-oils*) sont exportés à destination de l'Afrique du Nord, de l'Italie, de l'Espagne et de la Suisse.

Ces quelques produits ne forment pas le tiers de nos exportations ; la majeure partie de celles-ci sont représentées par les résidus lourds : gas-oil et fuel-oil. La question de l'exportation est liée au problème, capital pour notre industrie, de l'écoulement de ces résidus.

Le problème de l'écoulement des résidus. — Pour satisfaire les besoins de la consommation française en essence (2 400 000 à 2 500 000 t. par an, la moitié de la consommation totale d'hydrocarbures), les raffineries sont obligées de trouver l'emploi de 2 millions de t. environ de produits lourds ; or la consommation française en gas-oil et fuel-oil n'excède guère actuellement 1 500 000 t. (25 p. 100 du total). C'est là tout le problème de la lutte du charbon contre le pétrole, lutte qui en Grande-Bretagne a pris des proportions considérables lorsque ce pays a entrepris de raffiner chez lui son pétrole, et qui en France a soulevé une certaine émotion. Les charbonniers les plus avisés cherchent à s'assurer dès maintenant les quantités d'huiles lourdes nécessaires aux besoins de leur clientèle, mais cela ne résout pas le problème.

Le mazout a empiété sur le domaine du charbon en ce qui concerne d'abord la navigation maritime. En 1914, dans le monde, les neuf dixièmes des navires chauffaient au charbon — en 1934 la moitié seulement. Par contre la chauffe au mazout a passé de 2,5 p. 100 à 30,5 p. 100 et la propulsion au moteur Diesel de 0,5 p. 100 à 16,2 p. 100. Il est à prévoir que d'ici dix à vingt ans la chauffe au charbon sera devenue une exception. En France notre flotte a sensiblement suivi cette évolution. La proportion des navires marchant au fuel-oil ou au gas-oil était en 1932 la suivante, dans quelques-unes de nos grandes compagnies de navigation :

Compagnie Générale Transatlantique	84 p. 100
Compagnie de Navigation Mixte	57 —
Société Générale de Transports Maritimes	56 —
Messageries Maritimes	48 —
Compagnie Fraissinet	48 —

En 1933 nos navires marchands ont pris, dans les seuls ports français, près de 650 000 t. de combustibles (fuel-oil, 573 000 t. ; gas-oil, 69 000 t.) et les navires étrangers 82 000 t. Le domaine maritime n'est pas le seul où se rencontrent la houille et le pétrole. Les compagnies françaises de chemins de fer font des essais de locomotives à vapeur chauffant au mazout, et de locomotives Diesel-électriques qui permettront une réduction importante des frais. L'industrie emploie de plus en plus les combustibles liquides, et leur usage enfin se répand pour les besoins domestiques. Il semble toutefois que l'on doive trouver en France un terrain de conciliation entre la houille et le mazout, puisque nous sommes pour une part importante de notre consommation charbonnière tributaires de l'étranger[1].

Les emplois des produits lourds du pétrole ne se développent pas seulement au détriment du charbon. On a essayé de les substituer dans la mesure du possible à l'essence. L'expérience des moteurs Diesel pour camions et autobus a réussi ; plus de 5 000 véhicules, consommateurs de gas-oil, roulent actuellement en France. On essaye d'autre part d'appliquer le moteur Diesel à l'aviation ; il présente les avantages d'un rendement plus élevé et de moindres dangers d'incendie.

Nous restons toutefois pour l'instant obligés d'exporter nos excédents de produits lourds. Cette exportation ne doit pas être considérée *a priori* comme un signe favorable, parce qu'elle est effectuée sous la pression des circonstances — un marché saturé — et par suite

1. L'excédent de production de fuel-oil est de 500 000 t., et l'importation de houille étrangère de 20 000 000 t., comprenant notamment des anthracites qui sont facilement remplacés par du fuel-oil.

à des prix parfois très inférieurs au prix de revient moyen des produits pétroliers. Les exportations totales d'hydrocarbures comprennent 50 p. 100 de fuel-oil et 20 p. 100 de gas-oil. Parmi ces deux produits, il faut distinguer des exportations proprement dites le ravitaillement des navires étrangers dans nos ports (82 000 t. en 1933). Les expéditions sont destinées pour la plupart à l'alimentation des stations de mazoutage étrangères (Canaries, Égypte, Algérie, Espagne), ou au ravitaillement d'installations de cracking dans les pays voisins (Italie).

Il est certain que les premiers effets de la mise en marche des raffineries françaises s'atténueront avec le temps ; les débouchés des produits lourds se développeront sans doute, sans forcément priver le charbon de sa clientèle ; nos exportations enfin perdront leur caractère actuel, qui est de jouer le rôle d'une soupape de sûreté pour l'excédent des résidus de nos usines, et la France, vis-à-vis de nos voisins et de certaines de nos colonies, deviendra réellement un centre d'élaboration et de distribution de produits pétroliers[1].

Autres répercussions du raffinage sur la vie économique française. — Une des branches de l'activité française qui a bénéficié le plus largement de la création des raffineries de pétrole est l'industrie des transports et l'exploitation des ports maritimes. Nous avons signalé le développement que l'outillage spécial de réception, manutention et stockage des hydrocarbures a pris dans la plupart de nos établissements maritimes. Les installations nouvelles ont répondu à un accroissement sensible du trafic. La consommation française va d'abord en augmentant. Les ports desservant des raffineries ont ensuite vu croître leurs importations, par suite de la concentration du trafic vers les centres de raffinage, et naître un mouvement d'exportation de produits dérivés. Au surplus les ports qui ne sont pas situés à proximité des usines continuent à recevoir des hydrocarbures pour les besoins soit de leurs dépôts de mazout, soit de leur arrière-pays ; la seule différence avec le passé est qu'au lieu de les importer de l'étranger, ils les reçoivent par cabotage. Cette intensification des transports de produits pétroliers est une source importante de revenus pour tous les établissements maritimes qui y participent et pour les armements qui les pratiquent.

Les deux premiers ports pétroliers sont le Havre et Rouen ; ils font à eux seuls la moitié des importations françaises et la majeure partie des exportations. Le Havre vient en première ligne avec 40 p. 100 des importations de bruts en France.

1. Pour les six premiers mois de 1935, on note une diminution des exportations de fuel-oil et de gas-oil, qui prouve que le marché français est mieux équilibré.

Importations d'hydrocarbures par le Havre

	1932	1933	1934
Bruts	—	742 138 tonnes	1 699 709 tonnes
Dérivés	543 320 tonnes	434 453 —	383 847 —
Totaux	543 320 —	1 176 591 —	2 083 556 —

Rouen vient ensuite avec 16 p. 100 des bruts et 24 p. 100 des dérivés.

Importations d'hydrocarbures par Rouen

	1932	1933	1934
Bruts	342 870 tonnes	521 809 tonnes	680 332 tonnes
Dérivés	1 205 548 —	1 042 312 —	437 305 —
Totaux	1 548 418 —	1 564 121 —	1 117 637 —

Les principaux ports pétroliers sont ensuite (chiffres de 1933) : Marseille et ses annexes avec 1 333 300 t., dont 458 000 de pétrole bruts (sur l'ensemble l'étang de Berre représente 628 500 t., avec la totalité des bruts)[1], — puis Bordeaux avec 584 000 t., dont 444 000 de bruts, — Dunkerque avec 400 000 t., — Sète avec 140 000 t.

Ce développement du trafic est un stimulant pour notre flotte de navires-citernes ; presque nulle en 1914, elle ne faisait encore en 1921 que le dixième des transports à destination de la France. Elle se développa à partir de cette date, atteignit 200 000 tx en 1924 et environ 400 000 tx en 1932. Cette flotte est insuffisante : sans doute avons-nous 1 navire sur 4 désarmé, mais ce sont des unités anciennes, de trop faible tonnage et de mauvais rendement ; notre flotte n'assure pas le tiers de nos importations. Aussi encourage-t-on la construction de pétroliers modernes, rapides et de fort tonnage (16 000 à 18 000 t. de portée en lourd), susceptibles d'assurer l'alimentation régulière de nos raffineries. L'Office National des Combustibles Liquides distribue des primes aux navires-citernes de moins de quinze ans construits sur des chantiers français (13 800 000 fr. en 1932) ; cette aide officielle a permis de mettre en service de gros pétroliers ces dernières années ; les *Chantiers de la Seine Maritime* près de Caudebec ont mis sur cale en 1934 un navire de 18 500 t., pour le transport des pétroles de l'Irak[2].

Le trafic pétrolier fluvial est aussi en développement, non seule-

1. En 1934 Marseille (et annexes) se classe 2e port pétrolier de France, avec 1 284 000 t., dont 742 000 de bruts. L'étang de Berre représente 892 000 t.

2. Les *Chantiers de France* à Dunkerque viennent de recevoir la commande d'un pétrolier de dimensions comparables.

ment grâce à la croissance de notre consommation, mais aussi parce que, au trafic montant qui a toujours existé, s'est ajouté au départ des raffineries un trafic descendant, pour l'alimentation des ports en mazout et la desserte par cabotage de notre littoral. Il est difficile d'évaluer l'importance de ces mouvements, qui d'ailleurs commencent seulement à s'amplifier, puisque la production de nos raffineries ne couvre que depuis peu nos besoins. Au début de 1934 notre flotte pétrolière fluviale était de 376 bateaux (dont 186 auto-moteurs), d'une portée en lourd totale de 153 684 t. Les flottilles les plus importantes sont celles des sociétés *Jupiter*, *Desmarais*, l'*Économique* et l'*Union Normande*, représentant la moitié du tonnage pétrolier fluvial français. La majeure partie navigue sur la Seine en aval de Paris.

Conclusions

Il ne nous est pas possible de passer en revue toutes les incidences que peut avoir sur l'économie française la création d'une industrie aussi puissante que le raffinage du pétrole. Les quelques répercussions les plus frappantes que nous avons relevées suffisent à en donner une idée. Et encore nous n'avons étudié cette industrie que dans le premier stade de son développement. La capacité de traitement actuelle, de 5 millions de t. environ, doit être en effet portée, au fur et à mesure des besoins, à 7 millions de t. et davantage. L'avenir lui est assuré parce que la consommation française, aujourd'hui de l'ordre de 5 millions de t., est pour tous les produits (sauf le pétrole lampant, dont le marché se resserre) en augmentation régulière. L'essence (moitié de la consommation) augmente annuellement de 4 à 5 p. 100, les gas-oils et fuel-oils (tiers de la consommation) de près de 20 p. 100, les road-oils de plus de 10 p. 100, et les autres produits (huiles de graissage, paraffine, coke) ont des augmentations variant de 2 à 5 p. 100. Les possibilités sont donc aussi certaines que considérables, et nous ne faisons pas état des applications nouvelles, toujours possibles, des dérivés du pétrole dans la vie moderne.

Si des nuages ont traversé parfois le ciel de notre industrie, il ne semble pas qu'ils aient jamais présenté un danger sérieux pour son développement. Il y a d'abord le monopole, qui serait certes l'anéantissement à brève échéance de tout progrès et la fin de tous les efforts déployés jusqu'à ce jour[1], mais il a été définitivement condamné en 1934 par la commission constituée pour en étudier la possibilité.

Il y a ensuite les carburants synthétiques. Nous sommes encore

1. Voir le rapport présenté par Mr Louis Pineau, Directeur général de l'Office National des Combustibles Liquides, au nom de la Commission d'Étude du Monopole du Pétrole (*Annales de l'O. N. C. L.*, septembre-octobre 1934).

dans ce domaine à la période expérimentale. De nombreux procédés sont à l'étude ; leur principe est le même et consiste à extraire de différentes substances organiques les hydrocarbures qui s'y trouvent. L'hydrogénation de la houille et des lignites, la distillation des graines oléagineuses et du bois sont les principaux procédés. Les traitements des houilles et lignites ont pris une grande extension en Allemagne, pays qui cherche à se libérer de l'étranger pour son approvisionnement en pétrole, et qui depuis longtemps poursuit une politique de réarmement ; près de Mannheim une usine traite la houille, une autre à Merseburg les lignites, chacune produisant environ 100 000 t. d'essence par an. En Grande-Bretagne, une usine d'une capacité équivalente vient d'être construite à Billingham, une autre est prévue en Écosse ; on y voit un remède à la crise houillère, un apaisement dans la concurrence du mazout au charbon et un atout pour la défense nationale.

En France, deux usines sont en construction, à Liévin et à Béthune. pour l'hydrogénation de la houille ; celle de Liévin appartient à la *Compagnie Française des Essences Synthétiques* (groupant les sociétés *Huiles, Goudrons et Dérivés ; Carburants et Produits de Synthèse* et la *Compagnie Française de Raffinage*) ; l'autre usine est édifiée par la *Compagnie des Mines de Béthune* sur sa concession. L'État est intéressé dans ces entreprises, et sa participation à leur construction a été inscrite au programme des grands travaux publics contre le chômage. Chacune de ces usines traitera environ 15 000 à 18 000 t. de houille par an. Une fois les procédés mis au point, il suffira de reproduire des dispositifs analogues pour, en cas de nécessité, doter notre pays d'un équipement essentiel pour la défense nationale[1]. Au Soudan, la Mission Charles-Roux a effectué il y a quelques années des expériences concluantes à partir des graines oléagineuses ; dans ces régions difficilement accessibles, où les dérivés du pétrole sont grevés de frais de transport considérables, le prix de revient des produits de synthèse n'est plus prohibitif. Mais en France l'utilisation des carburants synthétiques est entravée par la concurrence des pétroles naturels. Que l'Allemagne, qui ne contrôle aucun gisement pétrolifère important dans le monde, qui possède des réserves considérables de charbons pauvres (lignites) et qui par ailleurs poursuit une politique infatigable de restriction de ses importations, développe ses usines de produits de synthèse, c'est explicable. La France au contraire possède une participation importante dans l'exploitation des champs pétrolifères de l'Irak, qui sont peut-être les plus riches du monde, ceux dont l'exploitation est la plus facile et le rendement le plus considérable ; elle est assurée par la *Compagnie Française des Pétroles*, la *Royal*

1. Citons aussi la *Société Lyonnaise des Schistes bitumineux*, près d'Autun, qui produit 6 000 à 7 000 t. d'hydrocarbures par an, par distillation de schistes.

Dutch, l'*Anglo-Persian* et la *Standard*, qui se partagent la production, d'un approvisionnement en pétrole de l'Irak égal à la moitié, peut-être davantage, de ses besoins. Nul n'ignore, en outre, que certaines de nos colonies et protectorats semblent posséder des richesses pétrolifères qui ne seraient pas négligeables. Notre production houillère est enfin déficitaire, presque entièrement concentrée dans le Nord de la France (et c'est précisément en cas de conflit et de difficultés d'importer par mer qu'une industrie du pétrole synthétique prendrait toute sa valeur), et nos ressources en lignite sont très faibles. Il ne semble donc pas que le raffinage du pétrole soit en France le moins du monde menacé par la concurrence des produits de synthèse ; c'est le contraire qui se produit. Les entreprises françaises de raffinage sont presque toutes intéressées aux recherches des carburants synthétiques, et les raffineries, dont le matériel doit être amorti très rapidement et souvent renouvelé, pourraient sans modifications trop considérables envisager le traitement de substances organiques non pétrolifères.

Une autre concurrence, mais non moins lointaine, serait celle de l'électricité. Les progrès immenses de cette science permettent certes tous les espoirs. Il faut considérer toutefois que les découvertes et les inventions scientifiques, dont certaines multiplient les applications de l'électricité, contribuent parfois aussi à diminuer le prix de revient des dérivés pétroliers. Le développement de la propulsion électrique des navires (en 1934, 95 navires jaugeant 563 000 tx, dont les deux tiers aux États-Unis), l'utilisation de l'électricité comme force motrice ou dans les transports terrestres (chemins de fer, camions), ne semblent pas pouvoir nuire présentement au pétrole. N'oublions pas que les applications des dérivés du pétrole, notamment des gaz, sont nombreuses et susceptibles encore de grands développements.

Créé dans notre pays de toutes pièces, dans un temps relativement bref, le raffinage du pétrole est devenu d'emblée une des grandes industries françaises. Il convient, en terminant, de rendre hommage à ceux qui ont conçu cette œuvre et à ceux qui l'ont si bien réalisée. En pleine crise, la construction des raffineries, alimentant de commandes massives notre métallurgie, a diminué le marasme de notre économie, et contribué à résorber le chômage. Le raffinage n'est pas seulement un élément de notre puissance industrielle ; en tant qu'« industrie-clef » il est aussi un facteur de notre sécurité nationale. Pour avoir été monté sans discours ni fracas, l'ensemble des quinze raffineries, aboutissement de notre politique du pétrole, n'en constitue pas moins une des plus fécondes réalisations françaises d'après-guerre.

MARCEL AMPHOUX

NOTES ET COMPTES RENDUS

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE DU SOL

On sait combien la France est en retard par rapport à d'autres pays pour l'étude des sols de son territoire et des sols de nos colonies.

« En France, écrivait récemment Mr Erhart, pour diverses raisons, la Pédologie (science des sols) n'a trouvé que très peu d'adeptes, alors que pour grand nombre de régions, et surtout pour notre territoire colonial, l'étude pédologique est incontestablement du plus haut intérêt scientifique et pratique ».

Elle touche en effet aux problèmes biologiques, climatologiques et géographiques, et la mise en valeur d'un pays agricole ne peut guère se concevoir aujourd'hui sans une étude préalable et constante du sol, non seulement au point de vue chimique, mais aussi au point de vue de sa genèse et de sa biologie. Pour ces dernières branches presque tout est à faire.

C'est pour combler cette lacune que s'est constituée récemment à Paris une Association française pour l'étude du sol, dont le siège social est à la Maison de la Chimie, 28, rue Saint-Dominique. Son but est de seconder et de favoriser le développement des progrès de l'étude du sol sous tous ses aspects et dans toutes ses applications par tous les moyens, et d'établir des contacts avec les établissements similaires de l'étranger et en particulier avec l'Association internationale de la Science du Sol. L'Association doit comprendre les six sections techniques suivantes :

1° Géologie appliquée à la genèse des sols. Pédologie en général. Classification des sols et Cartographie. Étude régionale des sols ;

2° Physique du sol. Climatologie. Travail du sol. Génie rural ;

3° Chimie du sol. Fertilisation, amendement, engrais ;

4° Biologie du sol ;

5° Géographie physique, botanique et économique ;

6° Sol et hygiène.

Leur nombre pourra du reste être augmenté ou diminué.

L'Association doit tenir au moins quatre séances par an. Elle publie un Bulletin qui, pour le moment, paraîtra en 4 fascicules chaque année. Elle a désigné comme Président Mr A. Demolon, Inspecteur général des Laboratoires au Ministère de l'Agriculture, et comme Secrétaire général Mr Maurice Lenglen.

Elle a constitué des sections régionales, dont six correspondant aux différentes régions de la France, et une septième concernant les pays français d'outre-mer, présidée par Mr le Prof. Aug. Chevalier. Cette section pourra créer un certain nombre de sous-sections correspondant à chacune de nos principales colonies. Déjà une sous-section d'Algérie est en voie d'organisation.

Les sections régionales et les sous-sections pourront se réunir périodiquement, sur place dans leur territoire propre, y étudier des questions locales, organiser des excursions pédologiques, etc. La section d'outre-mer tiendra en

outre une réunion par an à Paris, en juillet, c'est-à-dire à une époque où un grand nombre de coloniaux sont en congé dans la Métropole.

Le nº 1 du *Bulletin de l'Association* (juillet 1935) vient de paraître. Il convient d'y signaler une note de Mr Bruno, ingénieur agronome : *Comment organiser une excursion pédologique*, et aussi : J. Franc de Ferrière, *Évolution pédologique des sols de Boulbène du Département du Gers.*

Enfin le travail le plus important est une carte pédologique schématique de la France, en couleurs, à l'échelle 1 : 2 500 000, par Mr V. Agafonoff. C'est le développement de la carte antérieure des zones pédologiques de la France à l'échelle de 1 : 10 000 000 présentée au Congrès international de Pédologie de Washington (juin 1927), et publiée dans les *Annales de la Science agronomique* en 1928. Une première carte schématique avait déjà été publiée en 1927 dans la *Revue de Botanique appliquée et d'agriculture tropicale* (numéro d'août) par Mr Agafonoff, à qui nous devons également une première étude sur les Terres rouges d'Indochine (1929), des recherches sur les sols de Tunisie, etc....

Cette petite carte des sols de France, d'Agafonoff, faisait partie de la carte pédologique de l'Europe, éditée sous la direction du Profr H. Stemme, de Dantzig.

L'auteur distingue aujourd'hui sur notre territoire neuf sols typiques :

1º Sols sur les limons des plateaux ; 2º sols sur les alluvions ; 3º sols sur roches mères carbonatées (*rendzina*) ; 4º sols rouges méditerranéens (ou calcaires et dolomies pures) ; 5º sols de marais et de tourbières ; 6º sols de dunes ; 7º sols sur granites et autres roches éruptives ; 8º sols sur schistes ; 9º sols noirs de Limagne.

Espérons que dans quelques années, grâce aux travaux de l'Association française pour l'étude du sol, il pourra être établi une Carte pédologique beaucoup plus détaillée. Quant à celles de nos différentes colonies, elles sont tout entières à établir, et elles doivent, dans les années qui viennent, retenir l'attention des chercheurs et les encouragements des gouvernements coloniaux, l'établissement de ces cartes étant indispensable au progrès de l'agriculture coloniale.

Aug. Chevalier.

PAYSAGES RURAUX

Régimes agraires, habitats ruraux, paysages champêtres, voilà des problèmes, étroitement liés les uns aux autres, qui semblent retenir depuis quelques années la curiosité de nombreux chercheurs, particulièrement en France. Deux revues voisines, et, pourrait-on dire, mitoyennes, *Annales de Géographie* et *Annales d'histoire économique et sociale*, les proposent, chacune de son point de vue, aux analyses et aux méditations de leurs lecteurs. Trois congrès internationaux successivement les ont inscrits à leur programme. Il n'est guère de monographies de géographie régionale qui ne tentent de les éclairer par des exemples locaux, en attendant le jour où surgira quelque solide synthèse. Par l'ampleur de ses horizons, le livre de Mr Marc Bloch [1] montre aussi,

1. Marc Bloch, *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*, Paris, Société d'Édition... Les Belles-Lettres, 1931, in-8º, 265 p.

aux historiens et aux géographes, l'intérêt et l'étendue des enquêtes à entreprendre. C'est dans cette atmosphère, déjà pleine d'éveils et de perspectives, que Mr R. Dion [1] vient de publier un livre enthousiaste qui est un effort personnel pour préciser et orienter les solutions.

Ce livre se situe dans un courant de recherches et d'idées dont il absorbe finement la substance et dont il exprime les tendances avec talent. On y retrouve, évoquées sous le vêtement d'un style plein d'attraits, les idées directrices qui ont chance d'atteindre quelque vérité sur ce domaine de l'histoire de la civilisation. On peut résumer ces positions de départ en quelques faits fondamentaux qui paraissent dorénavant admis.

Les paysages ruraux sont, avant tout, des constructions humaines, aussi bien les espaces découverts des plaines de Picardie et de Lorraine que les lignes d'arbres des bocages de l'Ouest et du Centre. L'antique économie rurale du Nord, fondée sur l'assolement triennal, est l'œuvre systématique d'une collectivité organisée. On ne peut pas expliquer, comme on l'a trop longtemps fait, la répartition de l'habitat rural, groupement ou dispersion, par des facteurs naturels comme l'hydrologie ; il y a, au contraire, étroite liaison entre la répartition des lieux habités et la structure des champs ; si telle structure disparaît, l'habitat change ; souvent le remembrement des champs dispersés s'associe à un déplacement de l'habitat. La coexistence sur le territoire français de deux structures agraires différentes, l'une au Nord avec ses champs ouverts et ses habitats groupés, l'autre au Sud avec ses enclos et ses habitats plus morcelés, permet d'admettre l'hypothèse que ce territoire se partage entre deux domaines de civilisation agraire, tous deux très anciens. Ces édifices ruraux ont commencé à se lézarder à des époques différentes, selon les pays : en Angleterre déjà dès le XVIe siècle, en France surtout depuis le milieu du XVIIIe. Dans ces deux pays, la structure agraire à base collective a reculé peu à peu devant la structure agraire à base individuelle. Cette évolution a entraîné partout la ruine des très petits tenanciers, des très petits propriétaires, des manouvriers, des prolétaires ruraux qui dépendaient beaucoup, pour leur subsistance, de l'exploitation des terrains collectifs.

Qu'apporte donc de nouveau le livre de Mr R. Dion ? C'est d'abord l'utilisation de documents des Archives Nationales [2] qui, selon sa propre expression, représentent « le testament de l'ancienne France rurale ». Ces documents permettent de ressusciter ce qu'il y avait encore de vivant, à la veille de la Révolution agricole, dans les antiques traditions de l'économie rurale du Nord de la France et ce qui restait du vieux système de la communauté agraire. Mr R. Dion exploite ces documents d'une manière très heureuse ; il les met en valeur par d'habiles commentaires, par des citations démonstratives et par des extraits de plans fort suggestifs. C'est un nouvel exemple du profit que peuvent donner, pour l'explication des faits actuels, la lecture et la critique de cette source inappréciable de textes historiques.

En second lieu, ces textes inspirent à Mr R. Dion des remarques ingénieuses qui touchent au fond de l'explication des paysages agraires. Il insiste avec rai-

1. Roger Dion, *Essai sur la formation du paysage rural français*, Tours, Arrault, 1934, in-8°, 162 p., 21 figures.

2. H 1485-1516 ; N et surtout NIV pour les plans et cartes ; et enfin F14 8443-8507, série qui contient les études faites au XVIIIe siècle pour la construction des grandes routes royales.

son sur la différence qui sépare la France du Nord et la France du Sud en ce qui concerne la condition des territoires destinés à la nourriture du bétail : tandis que dans le Nord ils sont incorporés au terroir agricole, ils en sont indépendants dans la France du Sud où de vastes étendues incultes restent en dehors de lui. A propos des chemins ruraux, nous voyons que, dans les pays du Sud et de l'Ouest où les troupeaux ne peuvent pas normalement vaguer sur les terres labourées, on a été « obligé de contenir dans des chemins solidement enclos leurs fréquentes allées et venues entre l'étable et les terrains de pacage ». Cette notion des chemins enclos nous paraît fondamentale pour la compréhension des bocages. « Beaucoup plus larges, beaucoup plus nombreux et plus rapprochés les uns des autres que les pistes nues des campagnes ouvertes, ces chemins qu'encadrent de fortes haies rehaussées d'arbres têtards sont les éléments les plus caractéristiques du paysage bocager. »

A plusieurs reprises, nous retrouvons dans le livre de Mr R. Dion une idée déjà ancienne, mais fortifiée ici par des exemples bien choisis, à savoir : l'indépendance générale du paysage agraire vis-à-vis des phénomènes naturels. « Le type de terroir qui donne naissance au paysage découvert se rencontre aussi bien dans la Champagne humide que dans la Champagne sèche ; celui qui donne naissance au bocage n'est pas moins caractérisé sur les plateaux calcaires du Poitou que sur les argiles du Boischaut ou du Bazois. » La Woëvre, pays humide, est dépourvue de haies, et la région de Melle en Poitou avec ses vallées sèches et son soubassement perméable est un pays d'enclos. Dans la France du Sud, çà et là parmi les pays d'enclos, on remarque des paysages découverts qui rappellent, par leurs petits propriétaires et par leurs gros villages, les paysages des plaines du Nord. Non sans raison, Mr R. Dion admet que l'origine de ces traits doit être cherchée dans certaines circonstances locales ou régionales qui confèrent à quelques terroirs une haute valeur et qui, par l'accroissement des ressources agricoles, ont rendu possible la formation d'habitats peuplés et groupés : par exemple, les bonnes terres de Limagne, les basses terrasses des gaves béarnais, l'association de l'olivier aux céréales dans les pays méditerranéens, la pratique de l'irrigation dans le Roussillon, la présence d'un vignoble comme dans le Sancerrois.

A côté de ces lumières directes et de ces observations pénétrantes, on se heurte malheureusement, dans le livre de Mr R. Dion, à des hypothèses aventurées et à des interprétations téméraires. Certes l'hypothèse est nécessaire ; tel un pionnier, elle ouvre des clairières dans la forêt des faits. Mais l'abus de l'esprit de système fausse les conclusions ; une généralisation hâtive obscurcit au lieu de l'éclairer, un domaine où l'esprit doit cheminer avec prudence. Qu'il s'agisse de l'économie du Nord ou de l'économie du Sud, certaines affirmations ou certaines conclusions de Mr R. Dion nous paraissent contestables et précaires.

Pour démontrer que, à l'origine des contraintes collectives, il faut voir la nécessité d'assurer une économie dont l'élevage serait la base, Mr R. Dion croit pouvoir affirmer l'antériorité de la vie pastorale sur la vie agricole (p. 53-59). Il se fonde sur les textes de Tacite qui nous apprennent que les Germains vivaient de lait, de fromage et de viande. Mais quels étaient donc ces Germains ? Où vivaient-ils ? Est-ce que tous les Germains de l'époque de Tacite avaient le même genre de vie que ceux dont il parle ? Et même, est-ce que

ces Germains sont les hommes dont les habitants de la Gaule (France du Nord) ont appris l'agriculture ? Bien avant Tacite, César nous parle de régions gauloises qui produisaient beaucoup de grains. Bien avant César, à l'époque de la Tène, l'archéologie nous apprend que nos provinces de l'Est étaient fort peuplées, que les établissements celtiques de la Champagne et de l'Est étaient de gros villages ; elle nous laisse supposer que cette abondance d'hommes était l'effet d'une économie bien plus productive avec son assolement triennal que l'économie italienne avec son assolement biennal imposé par la sécheresse et aussi que l'économie germanique avec son élevage extensif ; elle nous montre que ce peuple d'agriculteurs possédait un fort outillage de labour. Rien ici ne prouve donc la prépondérance de la vie pastorale ni même son antériorité. Si certains Germains de Tacite vivaient de leurs troupeaux, il est certain que l'économie rurale de la Gaule de l'Est ne leur doit que peu ou rien. En fait, l'organisation de l'assolement triennal, en tant que partie d'un système agraire, semble démontrer, non pas les besoins d'une société pastorale, mais le souci d'équilibrer toutes les productions d'une société agricole avec du blé pour les hommes, des céréales de printemps pour les bêtes de travail, des jachères pour les troupeaux.

Pourquoi dire que les travaux agricoles en commun sont limités aux sociétés à usages communautaires de la France du Nord ? A l'appui de cette affirmation, Mr R. Dion nous cite (p. 32) un texte de 1767 écrit à propos de la Généralité de La Rochelle : « On n'imagine pas qu'un terrain puisse être labouré en commun ». Et c'est, à son avis, la preuve que ces régions d'enclos sont réfractaires aux usages communautaires du Nord. Or, pour ne prendre qu'un exemple, voici une petite commune des Côtes-du-Nord où règne le plus parfait régime de l'enclos, avec une multitude de parcelles toutes encloses de talus. Dans cette commune, l'entr'aide mutuelle est un fait courant. « A l'occasion de certains travaux qui demandent beaucoup de main-d'œuvre ou un matériel supplémentaire comme le défrichement, la récolte, le battage, les voisins, parents et amis se joignent au demandeur. Ils sont nourris, mais ne reçoivent pas de salaire en espèces, à charge pour l'employeur de prêter son concours à son tour [1]. » Voilà, choisi entre de nombreux autres, un cas normal et régulier de travail en commun en plein pays d'enclos.

A l'intérieur de la France du Nord, lisons-nous dans le livre de Mr R. Dion, certaines régions, comme le pays de Caux, se sont libérées, plus tôt que les autres, des usages communautaires et des contraintes collectives parce que, plus humides, elles se prêtaient au développement des prairies (p. 103-105). « L'herbe, ajoute-t-il en une formule lapidaire, fut l'émancipatrice des pays de l'Ouest. » De là, conclut l'auteur, un mouvement de dispersion de l'habitat qui poussa la maison à cesser d'adhérer à la voisine pour venir se fixer au milieu de la pâture close et à devenir une cellule agricole indépendante. Voilà une évolution, une situation de fait, une explication que rien dans les faits ne démontre. D'abord le peuplement cauchois est rarement fait de fermes isolées, mais essentiellement de groupes de fermes qui forment des hameaux. Contrairement à ce que Mr R. Dion imagine, la base économique de ces hameaux de cultivateurs n'est pas la pâture enclose. Quand on les observe bien, on

1. Voir L. Fournier, *Monographie de la commune de Bulat-Pestivien (Côtes-du-Nord)*, Saint-Brieuc, 1934, p. 55.

constate la faible étendue de ces herbages, et on se persuade qu'ils n'ont jamais pu suffire à l'alimentation des troupeaux, ni suppléer à la pâture des champs moissonnés et des jachères ; jamais on n'y fait de coupes de foin ; ce sont plutôt des sortes de courtils pour jeunes animaux. Le pays de Caux n'est pas un pays d'enclos malgré la beauté de ses herbages plantés de pommiers et ceints de grands hêtres où s'abritent les fermes. C'est un pays *d'open field.* Si la vaine pâture y a tôt disparu, il faut expliquer ce fait par l'existence de grandes propriétés et par la constitution de fermes assez étendues pour offrir sur leurs propres terres un parcours suffisant à leur troupeau. Dans l'ensemble, le progrès agricole dans cette partie de l'Ouest n'est pas venu de l'extension des herbages enclos, de « l'insidieuse croissance de l'herbe », mais, comme ailleurs, de la suppression des jachères et de leur remplacement par des cultures fourragères.

Si Mr R. Dion imagine dans la formation de l'économie de la France du Nord trop d'influences germaniques et trop de tendances pastorales, il tend de même à fausser les caractères de l'économie du Sud en voyant partout du romain et partout du bétail. En quoi l'emploi des feuilles des arbres pour la nourriture du bétail et des plantes de la lande peut-il se rattacher particulièrement à des traditions romaines (p. 85) ? N'est-ce pas un usage qu'on rencontrait jadis partout, même dans les pays du Nord ? — Comment croire que, à l'époque de César, des influences romaines auraient déjà pénétré dans l'économie de la Champagne (p. 151) ? Pendant longtemps la conquête romaine ne s'est pas faite par une transplantation de colons qui auraient apporté avec eux leurs modes de culture ; et d'ailleurs il est prématuré d'en parler à l'époque de César. En fait, les Romains ont trouvé le pays occupé par des populations agricoles. Cette occupation remontait à un passé lointain. Quant aux traits de l'occupation de la France du Sud, même s'ils rappellent ceux de l'Italie, ils évoquent surtout l'empreinte d'une civilisation méridionale dont l'Italie n'a été qu'une province. Pourquoi vouloir aussi que l'araire, l'outil de labour des Romains, soit un instrument méprisable (p. 86-87) ? En réalité, c'est un engin bien adapté aux terres peu épaisses du Midi, dans lesquelles un soc plus puissant, atteignant le sous-sol, ramènerait des pierrailles à la surface ; adapté aussi aux grattages superficiels qui doivent pendant la jachère entretenir la couche meuble du sol.

Peut-on, à propos des populations méridionales (p. 89-92), parler d'une civilisation hostile aux forêts ? S'imagine-t-on qu'il n'a pas fallu dans le Nord défendre les bois contre les dévastations paysannes ? Si la forêt résiste moins dans le Sud que dans le Nord, c'est que pour des raisons naturelles elle est bien plus solide dans le Nord et que pour des raisons historiques elle y a trouvé protection auprès des autorités seigneuriales. C'est avec prudence qu'il faut comparer « la pauvreté forestière » du Massif Central avec « l'opulence forestière » de l'Ardenne. Si le massif ardennais possède actuellement de belles forêts, il les doit aux plantations récentes de résineux, ces nouveaux venus, ces mêmes arbres qui peuplent les reboisements modernes du Massif Central.

Enfin pourquoi prétendre que la grande affaire des pays du Sud, « de ces pays d'enclos qu'Arthur Young voit s'étendre à l'infini au Sud de la Beauce », est naturellement l'élevage du bétail ? Dans le Midi, comme dans le Nord, la

grande affaire, le souci primordial a toujours été, au moins jusqu'au développement moderne des moyens de transport, d'obtenir des grains à farine. Ne donnons pas, par une tendancieuse interprétation des textes, la première place à l'élevage. Si l'élevage fait figure de ressource précieuse, c'est qu'il représente un surcroît nécessaire, une valeur d'échange, une source d'argent liquide pour le paiement des impôts et l'achat des denrées que la localité ne produit pas. Ne croyons pas non plus (p. 97) que, si pour développer cette économie pastorale il faut établir des clôtures, ces clôtures doivent nécessairement porter des arbres « dont l'ombre est favorable à la croissance de l'herbe ». Tous les agriculteurs nous diront que précisément le grand inconvénient des clôtures plantées, c'est l'ombre qu'elles portent et qui prive l'herbe de chaleur et de lumière. En Bretagne occidentale, par exemple, pays tout cloisonné de talus, il arrive souvent que le talus élevé au Sud d'un champ lui appartient en entier jusqu'à une distance de 10 à 50 cm. à l'intérieur du champ contigu : combinaison dans laquelle le propriétaire du talus doit supporter l'ombrage de ses arbres.

En somme, beaucoup de notions sont à revoir et à critiquer dans l'ingénieuse étude de Mr R. Dion, d'autant plus que certaines d'entre elles, appelées pour soutenir les pièces maîtresses de la démonstration, risquent de les compromettre et de les ébranler. Antériorité de la vie pastorale sur la vie agricole, pénétration profonde de l'influence germanique et de l'influence romaine dans les formes primitives de nos régimes agraires et de nos paysages ruraux, prépondérance du bétail dans la production agricole des premiers temps, action décisive de l'herbage sur le déclin des contraintes collectives, voilà des hypothèses qui restent à démontrer ou des anachronismes qui se heurtent à l'hostilité des faits ; voilà quelques taches qui, heureusement, ne peuvent nuire à la sympathie et à l'estime que les brillantes et solides qualités de l'auteur font naître dans l'esprit de ceux qui le connaissent.

A. Demangeon.

UN OUVRAGE SUR LE RHIN[1]

Suivre l'histoire du Rhin à travers les siècles ; détruire, chemin faisant, quelques légendes à la vie tenace ; comprendre le Rhin par l'Europe et l'Europe par le Rhin ; après les luttes qui ont eu le fleuve pour théâtre, retracer celles qui l'ont eu pour objet ; montrer le travail de l'homme pour utiliser un cours d'eau impétueux, et les problèmes économiques qui se posent à son sujet : tel est le but que se sont proposé deux auteurs qui depuis longtemps méditent sur ces questions complexes. MMrs A. Demangeon et L. Febre nous donnent aujourd'hui un livre de premier ordre, qui, non seulement renseignera le lecteur, mais encore l'amènera à réfléchir et à reviser sur bien des points ses propres idées.

« Mythes et réalités », tel est le titre de la première partie ; et dès l'abord nous sommes dans l'esprit général de l'ouvrage. Le Rhin, frontière naturelle ? fossé entre des civilisations différentes ? limite entre des races ? entre des

1. A. Demangeon et L. Febvre, *Le Rhin. Problèmes d'histoire et d'économie*, Paris, Librairie Armand Colin, 1935, xii + 304 p. — Prix : 26 fr.

nations ? l'influence du traité de Verdun sur dix siècles d'histoire ? Autant de notions à reviser, après analyse serrée. Le Rhin est avant tout une route, « non un fossé, un lien » ; aucune difficulté pour le franchir. De part et d'autre, des peuples tout à fait semblables : impossible de déceler une « race » germaine, une « race » celtique. *Germania, nomen nationis, non gentis*, dit Tacite. Et dès l'aurore de l'histoire la notion de race apparaît comme « un mirage », celle de nation comme un ensemble d'habitudes, symbolisé par un nom. Puis c'est l'influence de « trois ferments », « *Romania*, l'Église, les Barbares », qui, tous trois révèlent la précarité du « Rhin-frontière ». Au moyen âge, les bords du fleuve assistent à une magnifique éclosion urbaine. Les auteurs nous brossent une large fresque de cette Ville rhénane, née pour la paix, vivant par la paix, jouissant d'un statut privilégié au milieu d'une civilisation princière fondée sur le droit du poing ; mais mourant de ses luttes intestines. Aux temps modernes les nouvelles conceptions diplomatiques et nationales attribuent au fleuve une valeur historique que l'historien critique lui refuse. Finalement l'arrivée inattendue des Hohenzollern sur le Rhin en 1815 imprime à l'évolution politique une direction nouvelle, bien dangereuse pour les voisins. Et voilà, en 150 pages, toute l'histoire de l'Europe esquissée du point de vue rhénan, avec un sens aigu de la synthèse : car ce n'est pas seulement la diplomatie qui forme les cadres et les bases de cette première partie, mais encore l'économie, l'art, la vie intellectuelle et religieuse.

Après cette rapide promenade à travers les siècles, nous nous livrons, dans la seconde partie, à une excursion, ou plutôt à plusieurs excursions, le long du fleuve lui-même. « Dons naturels, travail humain. » État du lit, régime des eaux sont étudiés, à l'état naturel d'abord ; avec les modifications apportées par l'homme ensuite. Le trafic est décrit par sections en y comprenant les affluents, les « tentacules » (Main, Moselle, canaux divers) et les prolongements d'aval, les canaux par exemple qui d'Anvers et de Gand ont fait des ports rhénans. Au rôle transcontinental de jadis s'est substitué un rôle international, symbolisé par la Commission internationale, par la composition de la flotte et la destination du trafic. Les grands problèmes économiques qui agitent l'Europe actuelle sont particulièrement aigus dans le bassin rhénan : concurrence du rail et de la route, concurrence de l'électricité thermique et hydraulique, concurrence des ports méditerranéens et atlantiques, évolution des ports vers la fonction industrielle, urbanisation progressive et dépopulation rurale. Ainsi l'étude géographique du fleuve conduit l'esprit au même effort de synthèse que l'étude historique : zone cruciale de l'Europe, la région rhénane doit figurer toujours au premier plan des préoccupations de l'économiste comme de l'historien.

Un espoir en terminant ce livre : celui de voir paraître bientôt un ouvrage analogue sur le Danube.

André Meynier.

ZLIN ET LES CHAUSSURES BAT'A[1]

Rien dans la géographie ne semblait prédisposer le petit village de Zlin (Moravie) au prodigieux essor économique qu'il connaît depuis une vingtaine d'années. Situé à l'écart des grandes voies de communication (sur un médiocre affluent de la Morava, la Drevnice, longé par un chemin de fer à voie unique et en impasse), dans un paysage purement rural, Zlin a vu naître une usine qui produit plus de chaussures que n'importe quelle autre ville du monde et, de village, est devenue ville importante, passant de 3 500 hab. en 1910 à 4 600 en 1920, 22 000 en 1930, 30 134 en 1934. Cela, uniquement par la volonté et le travail d'un homme.

En 1894, âgé de 18 ans, Thomas Bat'a, fils d'un petit cordonnier, muni d'un capital de 2 000 fr.-or, installe un atelier de chaussures et procure du travail à une cinquantaine de personnes. En 1904, il construit sa première usine et se spécialise dans la fabrication des chaussures de toile. En 1913 il emploie 2 000 ouvriers. Deux circonstances donnent un essor décisif à son industrie : la Guerre, qui ramène Thomas Bat'a aux chaussures de cuir et lui permet d'éviter à son personnel tchèque la mobilisation autrichienne ; la revalorisation de la couronne tchécoslovaque (1922), dont il profite pour abaisser considérablement ses prix de vente. Depuis, la progression n'a pas cessé, dans la quantité comme dans le rendement : une production vingt fois plus forte est obtenue avec un personnel augmenté seulement de douze fois. La mort tragique du créateur de l'usine, dans un accident d'aviation (1932), n'arrête pas le fonctionnement de l'entreprise dès lors dirigée par son demi-frère cadet Jean Bat'a[2].

L'organisation. — Deux grands principes dominent toute l'organisation : la rationalisation, l'autonomie financière des entreprises.

La rationalisation s'applique à tous les degrés de fabrication. Le travail est fait à la chaîne avec calculs minutieux de temps[3] ; les diverses chaînes

1. La maison Bat'a a bien voulu nous autoriser en septembre 1934 à visiter ses installations et nous a fourni la plupart des renseignements récents contenus dans cet article. — Bibliographie : [Paul Devinat] *Les conditions de travail dans une entreprise rationalisée. Le système Bat'a et ses conséquences sociales* (*Revue Internationale du Travail*, janvier-février 1930, 50 p.) ; — Schreiber, *Les principes et les réalisations des frères Bat'a* (*L'Illustration*, 19 mai 1934, p. 84-89).

2. Voici quelle a été la production des usines Bat'a dans huit des dernières années :

Année	Nombre d'ouvriers	Production journalière	Prix moyen de vente
1923	1 800	8 000 paires	119 couronnes
1924	3 000	14 000 —	99 —
1925	4 500	25 000 —	79 —
1926	6 000	35 000 —	69 —
1927	8 000	55 000 —	53 —
1928	12 000	75 000 —	55 —
1933	17 000	120 000 —	»
1934	18 000	150 000 —	»

La couronne tchèque (kč) vaut actuellement 0 fr. 63 environ.

3. Certaines opérations, telles que le laçage, sont faites à la main ; de même le découpage des cuirs est, comme dans les autres usines similaires, effectué partiellement à la main, l'intelligence de l'ouvrier étant seule capable de tirer le maximum de rendement d'un morceau de cuir.

pour un même travail marchent d'ailleurs à une vitesse inégale, et l'on affecte tel ouvrier à telle chaîne d'après sa rapidité de travail. Des aspirateurs absorbent les déchets de cuir vendus ensuite comme engrais agricole. Le même souci de diminution des prix de revient s'applique aux achats, aux ventes, aux constructions : houille, textiles, bois, cuirs sont achetés au meilleur compte. Les bâtiments des usines sont tous construits d'après le même type. Les magasins de vente obéissent au même conformisme : dans chaque grande ville de la République, à Ostrava, à Brno, à Prague, se dressent, semblables, d'immenses bâtisses cubiques où chaque étage est souligné par de grandes inscriptions horizontales, dont les lettres flamboient sitôt la nuit venue. D'autre part chaque atelier, chaque chaîne, chaque maison de vente se comportent comme une entreprise indépendante : ils achètent et vendent aux autres services, ils prennent à leur compte les dépenses d'entretien et les réparations courantes, ils ont qualité pour refuser les produits défectueux, ils reçoivent une part des bénéfices communs. En aucun cas l'administration générale ne reste responsable d'une imperfection de fabrication, d'une mévente temporaire ; c'est au chef d'atelier à ne livrer que des produits irréprochables, au gérant de la maison de vente à assurer l'écoulement des marchandises reçues, dont il a d'ailleurs contribué à fixer le chiffre, au cours d'un conseil bisannuel. La coordination est effectuée par un service central qui assure l'approvisionnement en matières premières, contrôle le rythme de la fabrication, et surtout dresse tous les six mois le plan de fabrication suivant lequel tout fonctionnera pendant le semestre suivant.

La main d'œuvre. — On conçoit que dans un tel système, le recrutement et le mode de vie de la main-d'œuvre aient été l'objet d'attentions particulières. Les salaires comptent en effet pour 80 p. 100 dans le prix de revient, tant on a pu abaisser le prix d'achat des matières premières et les frais généraux. Pour former lui-même sa main-d'œuvre, Bat'a a annexé à l'usine une école d'apprentissage, aujourd'hui de 800 places, demain de 1 800 ; l'apprenti y entre à 14 ans et, après trois ans d'internat semi-militaire, il a parcouru tous les ateliers, vu tous les stades de la fabrication et reçu une solide instruction professionnelle. Une certaine instabilité se constate cependant dans l'emploi de la main-d'œuvre. Certains ouvriers supportent malaisément la stricte discipline de l'usine[1] ; il y a donc quelques départs, d'ailleurs rares. En principe, les femmes, une fois mariées, doivent quitter l'usine.

Le recrutement est surtout local. Les districts de Zlin, Uherske Hradiste et Holesov ont fourni plus du tiers des ouvriers ; c'est plus de la moitié de l'effectif qui vient de la Moravie centrale. La presque totalité est recrutée dans un rayon d'une centaine de kilomètres. Il faut signaler toutefois la présence de quelques étrangers destinés à revenir plus tard comme vendeurs dans leur pays d'origine : en 1934, 100 Polonais, 100 Allemands, 50 Français, 20 Indous et 15 Nègres de l'Afrique Occidentale ou Centrale.

1. Bat'a n'interdit pas aux ouvriers de se syndiquer, mais n'accepte pas d'intervention syndicale dans la vie de l'usine. Le syndicat n'a donc pas d'intérêt pratique pour l'ouvrier. Cependant le directeur est obligé par la loi tchécoslovaque de réunir deux fois par an un conseil d'entreprise, élu par le personnel et dont la compétence s'étend aux questions de sécurité et d'hygiène.

C'est une erreur courante chez les concurrents étrangers de croire que les bas prix de vente tchécoslovaques sont permis par des salaires insuffisants. En réalité, bien des ouvriers de l'Europe occidentale voudraient être assurés de salaires hebdomadaires analogues à ceux payés à Zlin (100 kč pour un apprenti débutant, 500 pour un ouvrier, 1 000 pour un ingénieur, chiffres auxquels il convient d'ajouter soit une gratification annuelle de 1 000 à 2 000 kč, soit une participation aux bénéfices qui peut atteindre 10 000 kč par an).

Or l'organisation sociale permet de vivre largement. Hôtels, restaurants, maisons ouvrières, magasins coopératifs ont été multipliés. Ainsi un célibataire peut se loger pour 1 kč par nuit (en dortoir), une famille peut avoir un demi-pavillon à partir de 20 kč par semaine ; un repas au restaurant coopératif coûte 3 kč, à l'hôtel 5 kč. A cela s'ajoutent les hôpitaux, les écoles, les clubs sportifs, les journaux, les cinémas (2 kč à toutes les places [1]). Aussi l'ouvrier de Zlin, contrairement à la plupart des ouvriers de l'Europe occidentale, fait-il des économies. Un ouvrier de 25 ans possède souvent un livret d'épargne de 100 000 kč, un vieil ouvrier, une fortune de 300 000 à 400 000 kč. Le principal intérêt de ces réserves financières est de dispenser l'entreprise de tout appui bancaire. En effet, tout ouvrier doit laisser à la Caisse d'Épargne de l'usine la moitié de ses participations aux bénéfices [2] ; en pratique il y laisse beaucoup plus, car on lui verse un intérêt de 10 p. 100, tandis que la Caisse Nationale ne lui verse que 4,75 p. 100. Ainsi c'est l'épargne ouvrière qui paie les agrandissements ou les achats de matériel, qui fournit les fonds de roulement : système qui rappelle le financement du plan quinquennal soviétique.

La production et les débouchés. — La recherche des débouchés a été un des gros problèmes à résoudre. Singulière idée que d'essayer de s'enrichir en vendant des chaussures à une population qui, pour un bon tiers, marche pieds nus ! Car en Slovaquie, en Ruthénie, même dans une partie de la Moravie, l'usage de la chaussure est encore à peu près inconnu.

Les efforts commerciaux les plus vifs n'ont guère été couronnés de succès dans ces provinces. Et si, pour l'ensemble de la République, la consommation moyenne par habitant est passée, depuis la Guerre, d'une demi-paire à trois paires, les provinces orientales n'ont pas participé à cette élévation du standard de vie. « Les Slovaques sont plus difficiles à chausser que les Nègres », nous disait un ingénieur. En face des 1 498 magasins de vente que comptent la Bohême et la Moravie [3], Slovaquie et Ruthénie n'en contiennent que 485. Aussi la République n'a-t-elle absorbé dans le premier semestre 1934 que 2 millions de paires de chaussures sur une production totale de 18 millions [4]. La vente à l'étranger reste donc capitale. A notre époque de protectionnisme, elle demande un effort constant d'adaptation et ne reste possible que grâce à un prix de revient extrêmement bas. En Europe, la maison Bat'a a dû,

1. C'est un autre trait de Zlin que cette égalité complète. La hiérarchie des fonctions n'entraîne aucune hiérarchie sociale. Directeur, ingénieurs, employés, vendeurs, ouvriers fréquentent mêmes restaurants, cinémas, clubs, sociétés sportives, etc....

2. Cette somme lui est naturellement remboursée avec les intérêts s'il quitte l'usine.

3. Prague et Banlieue, 76 ; — Bohême, sauf Prague, 926 ; — Moravie et Silésie, 496.

4. Il faut y ajouter 2 autres millions de paires produites par les autres usines que la maison Bat'a possède en Tchécoslovaquie (Třebič, Bošony).

pour garder ses marchés extérieurs, créer dans de nombreux pays des filiales pour la vente et même y monter des usines de fabrication : de telles usines fonctionnent à Hellocourt (France), Ottmüth (Allemagne), Tilbury (Angleterre), Möhlin (Suisse), Best (Hollande), Chelmek (Pologne), Borovo-Vukavar (Yougoslavie), cependant que Copenhague et Bucarest possèdent des sociétés filiales[1]. Hors d'Europe l'on s'est parfois heurté aux mêmes inconvénients, aux États-Unis par exemple, où l'on arrive cependant à écouler 100 000 paires par semestre ! Mais en outre on a à redouter la concurrence japonaise et ses bas prix : dans les Indes anglaises le Japon vendait 5 fr. la paire des chaussures blanches que Bat'a vendait 7 fr. De nouveaux efforts de rationalisation, l'ouverture sur place d'une usine à Konnagar ont permis d'abaisser le prix des chaussures tchèques au même niveau. Par contre les pays neufs ouvrent des débouchés illimités, qu'il suffisait de volonté et d'initiative pour organiser. Il y a matière à amère réflexion pour nous, lorsque nous voyons, à Limoges, chômer 2 000 ouvriers de la chaussure et, dans l'Afrique noire, Bat'a vendre 1 million de paires de chaussures par semestre !

Les usines Bat'a ne sont d'ailleurs plus aujourd'hui aussi étroitement spécialisées qu'autrefois. La fabrication de chaussures d'étoffe et de caoutchouc a provoqué l'ouverture de nouveaux ateliers d'industrie textile ou du caoutchouc. Cette dernière a donné l'idée à Bat'a de se faire fabricant de pneumatiques. Initiative qui a amené en Tchécoslovaquie une baisse de 50 p. 100 de leur prix. Déjà 117 dépôts vendent ce produit. On constate dans leur répartition la même opposition que pour la vente de la chaussure entre l'Ouest du pays à niveau de vie élevé et l'Est à la vie encore rudimentaire[2].

La ville. — Sur les 18 000 ouvriers de l'usine, 15 132 habitent à Zlin[3] même. Ils forment à eux seuls la moitié de la population totale de la ville.

Le modeste chef-lieu de district de 1920 ne s'est pas complètement adapté à sa nouvelle fortune. La ville est encore un chantier avec ses trottoirs inachevés, ses rues défoncées, ses passages à niveau sans barrières. Mais on commence à deviner les traits futurs, surtout depuis que Thomas Bat'a, s'étant fait nommer maire, eut étendu à l'urbanisme ses conceptions de rationalisme et d'architecture géométrique. Le cœur de la ville est installé sur un replat de la rive gauche de la vallée, en amont des usines. Toute trace du noyau ancien a à peu près disparu. A sa place s'étend un quartier à places carrées et rues perpendiculaires bordant de part et d'autre la route de Brno. Il finit à l'Ouest, au contact des usines près desquelles sont les bâtiments les plus hardis par leur conception architecturale, l'hôtel, les magasins, les cinémas, les écoles, groupés autour de places ou d'avenues dont les dimensions sont sans rapport avec ce que nous avons accoutumé de voir dans une ville de 30 000 hab. Tout autour se dressent quatre cités ouvrières qui semblent mal raccordées

1. On compte 386 magasins de vente en Yougoslavie, 110 en Pologne, 396 dans le reste de l'Europe, 330 hors d'Europe.

2. Magasins de vente des pneus Bat'a : Prague, 13 ; — Bohême, 94 (les villes de Č. Budejovice, Liberec, Plzen, Teplice Sanov en ont chacune 2) ; — Moravie, 51 (5 à Brno, 5 dans l'agglomération d'Ostrava, 2 à Opava [Troppau], 2 à Zlin) ; — Slovaquie, 17 ; — Ruthénie, 2 (il n'y en a pas à Uzhorod).

3. Presque tous les autres habitent à Batov, à 12 km. de Zlin ; les deux centres sont reliés par des services d'autobus.

avec le reste de l'agglomération, escaladant les collines ou s'allongeant sur les replats ; chacune d'elles parfaitement homogène, constituée de villas toutes semblables, simples et confortables, destinées chacune à deux ménages et d'où tout ornement inutile a été banni.

Conclusion. — Le Français habitué aux catégories nettes et distinctes éprouve un certain embarras pour classer ce type de ville, ce type d'industries. Ne font-elles pas penser par plus d'un côté à ce capitalisme patriarcal dont, en France, Michelin ou Schneider nous ont fourni quelques exemples ? Mais nous n'avons vu ni à Clermont-Ferrand, ni au Creusot, ce souci d'égalité entre hommes de fonction différente, ce système d'autonomie des ateliers, cette fabrication « planifiée », intéressant chaque individu à l'œuvre commune, ni ce sens de synthèse générale qui arrive à calquer sur un système économique la vie de toute une population et même l'architecture et l'urbanisme. Devant ces édifices de ciment et de verre, comme devant ces ateliers frémissants d'une vie unanime, la pensée se porte invinciblement vers d'autres réalisations ; c'est, à quelques détails près, une ville et une industrie russes que nous avons sous les yeux. Ce n'est pas un des moindres attraits de cette Moravie qui, sous tant de rapports, forme la limite de l'Europe occidentale et de l'Europe orientale, que de nous montrer cette entreprise capitaliste qui ne déparerait pas un pays collectiviste.

André Meynier.

LE TELL SEPTENTRIONAL EN TUNISIE

(D'APRÈS F. BONNIARD) [1]

Le Tell septentrional tunisien est la région qui s'étend de la frontière algérienne au golfe de Tunis entre la Méditerranée et la vallée de la Medjerda. Cette contrée n'avait fait jusqu'ici l'objet d'aucune étude géographique d'ensemble comparable à celle que Monchicourt [2] a consacrée au Haut-Tell tunisien. Mr F. Bonniard, longtemps professeur au collège de Bizerte, bien placé pour étudier le pays, a résolu de combler cette lacune et y a parfaitement réussi. Il y a consacré plusieurs années de travail et de patientes observations personnelles sur le terrain. Son étude avait d'ailleurs été préparée, il n'est que juste de le reconnaître et lui-même le rappelle à plusieurs reprises, par les excellents travaux géologiques de Mr Solignac [3].

De tous les paysages tunisiens, ceux du Tell septentrional sont incontestablement les plus variés. Ses traits climatiques en font une région à part

1. F. Bonniard, *Le Tell septentrional en Tunisie, étude de géographie régionale*, thèse principale présentée à la Faculté des Lettres de Paris pour l'obtention du grade de docteur ès lettres, Paris, Geuthner, 1934, in-8°, 544 p., 88 pl., phot. et croquis, 3 pl. cartes dont 1 carte à 1 : 200 000 du Tell septentrional. — Du même, *Les lacs de Bizerte, étude de géographie physique*, thèse complémentaire, Tunis, J. Aloccio, 1934, in-8°, 60 p., 8 fig. croquis et 3 pl. phot. (extrait de la *Revue Tunisienne*, nouvelle série, n° 17, 1er trim. 1934).

2. Ch. Monchicourt, *La région du Haut-Tell en Tunisie, essai de monographie géographique*, thèse, Paris, 1913, in-8°, 487 p.

3. M. Solignac, *Étude géologique de la Tunisie septentrionale*, thèse, Tunis, 1929, in-4°, 756 p. — *Carte géologique de la Tunisie* à 1 : 200 000, feuilles *Tabarca-la-Galite, Bizerte, Tunis, Souk-el-Arba*.

en Tunisie. Il reçoit deux fois plus de pluies que les autres parties du Tell : plus de 500 mm. sur la presque totalité du territoire, plus de 1 500 en Kroumirie. Aussi aucun coin du Tell septentrional ne présente-t-il un caractère steppique, tandis qu'en plein Haut-Tell des plaines et même des plateaux se comportent comme des fragments de steppe. Cette richesse des précipitations a d'importantes conséquences. Dans les autres régions tunisiennes, rien ne rappelle la forêt de Kroumirie avec ses hautes futaies de chênes-liège et de chênes-zéens, ses sous-bois luxuriants, ses ravins humides qui font songer aux paysages de France. En dehors de la forêt, l'agriculture a partout le pas sur l'élevage, parce que les récoltes sont régulièrement assurées. Aussi le Tell septentrional est-il essentiellement un pays de vie sédentaire.

Le relief et la morphologie accentuent encore son originalité. Les plissements se composent d'une succession d'ondulations anticlinales et synclinales groupées en fuseaux, dont l'orientation générale la plus continue et la plus apparente est SO-NE. Les plis sont serrés, étroits, fréquemment interrompus par des abaissements d'axes ; leur morcellement paraît une manifestation de directions tectoniques orthogonales NO-SE ou N-S. Les mouvements se sont continués jusqu'au Pliocène inférieur. Un des traits dominants de l'orographie du Tell septentrional, c'est que les fortes pentes succèdent sans transition aux pentes faibles. La montagne jaillit tout d'une pièce au-dessus d'une étendue plate ou d'une dépression accusée, comme une île au milieu de la mer.

La presque totalité du Tell septentrional fut longtemps occupée par des bassins intérieurs qui, à l'exception du bassin de Bizerte, n'avaient pas d'issue vers la mer et qui ont évolué séparément avant d'être conquis les uns après les autres par le drainage maritime. La conquête progressive de ces bassins intérieurs par les fleuves côtiers est l'épisode essentiel de l'histoire du réseau hydrographique. Aussi le profil de ces cours d'eau se compose-t-il de deux parties distinctes à déclivité relativement faible, séparees par une section plus courte à forte pente ; ce profil témoigne de la capture du système supérieur par le système inférieur. Quant à la Medjerda, elle est constituée par deux fleuves, la Medjerda moyenne et la Medjerda inférieure, raccordés entre l'oued Zerga et Testour par un tronçon N-S.

Le Tell septentrional, fortement individualisé, n'est cependant pas homogène. On peut, avec Mr Bonniard, y distinguer quatre parties : le pays forestier et gréseux, le pays agricole et calcaire, les grandes plaines de la moyenne Medjerda, enfin la région lacustre de Bizerte-Mateur.

La région forestière comprend la Kroumirie et les Mogod, entre lesquels s'interpose la cuvette déprimée des Nefzas, occupée par des marnes, des alluvions et, en bordure de la mer, par une large zone de dunes. Les grès de Numidie composent le sol de presque toute la région forestière ; la végétation qui la couvre, haute futaie en Kroumirie, grande brousse dans les Mogod, en fait le pays le plus difficilement accessible de toute la Tunisie, le refuge de populations indépendantes aux mœurs primitives et rudes, un véritable *bled-siba*.

Quand on sort de cette zone, le paysage s'ouvre, l'horizon s'élargit, les champs de céréales succèdent à la forêt ; même l'habitation humaine se transforme : la hutte de branchages cède la place au gourbi en pierres. Les calcaires

et les marnes dominent ; les calcaires forment les reliefs, des *sfaïet* ou plateaux pierreux, rocailleux, blanchâtres, des *dyrs* ou tables, des *kefs* ou falaises. Les marnes occupent de belles vallées ou de larges dépressions. Les petits compartiments fertiles alternent avec les montagnes incultes ; dans cette région, très morcelée, on peut distinguer la plaine de Fernana, les hautes terres des Amdoun et des Hédil, le massif de la basse Medjerda, le Bled-Béja, le Bjaoua [1]. La partie la plus fertile est le Bled-Béja, qu'occupent les terrains de l'Éocène inférieur, du Néogène et du Quaternaire. C'est une des meilleures régions de la Tunisie, sinon la meilleure ; elle est depuis longtemps exploitée ; les ruines antiques sont nombreuses, et les auteurs arabes ne tarissent pas en éloges sur sa richesse. Béja, située à un important carrefour de routes conduisant de la Medjerda à Mateur et à Bizerte, était la seule ville intérieure du Tell septentrional avant le protectorat ; c'était le grand marché du blé, que les Européens exportaient par les comptoirs de Tabarca et du cap Nègre. La colonisation française s'est largement développée autour de Béja.

De l'extrémité occidentale de la Kroumirie à la région de Béja s'étend, sur une longueur de 80 km. et une largeur qui peut dépasser 20 km., un vaste couloir de plaines, au centre desquelles coule la moyenne Medjerda. Chaque partie de ces plaines porte un nom différent : à l'Ouest, c'est la Rekba ou plaine de Ghardimaou ; au centre, la plaine élargie de Souk-el-Arba s'appelle la Dakhla et, au Sud de Souk-el-Khemis, le Merdja ; à l'Est enfin, la plaine se rétrécit de nouveau pour former le Bled Kouka. Ce sont les *Megala Pedia* des anciens. Le fait essentiel est l'existence d'un ancien lac sur l'emplacement du Merdja (le marais) et sa conquête par la Medjerda inférieure ; le creusement est encore aujourd'hui très actif, et le réseau hydrographique évolue rapidement. Cette zone plate, basse, découverte, au milieu de pays accidentés, a toujours été une voie d'invasion et un vaste champ nourricier pour des populations nombreuses. Les ruines romaines, parmi lesquelles celles de Bulla-Regia, sont denses, et la propriété européenne couvre 24 000 ha., dont 17 000 dans la seule région de Souk-el-Khemis, où, avec la culture mécanique et des façons culturales convenables, on obtient des rendements en céréales exceptionnels dans l'Afrique du Nord.

Les vallées de l'Oued Joumine et de l'Oued Tine conduisent au pays de Mateur et de Bizerte, région de transition entre le Tell septentrional, auquel il appartient par les traits essentiels de sa structure et de son climat, et le Tell oriental qu'il prolonge par sa forêt d'oliviers et le caractère de son peuplement. Les formations miocènes et quaternaires dominent, l'altitude est faible et les plaines étaient encore occupées par la mer à l'époque quaternaire. Les deux ellipses du lac de Bizerte et de la plaine de Mateur, accolées au seuil de Tindja, occupent la dépression centrale. Les plis s'écartent ici en éventail, permettant la formation de la baie de Bizerte, l'indentation la plus ample de toute la côte de la Tunisie septentrionale. Le système lacustre dans son ensemble est une ancienne dépression intérieure envahie par la mer ; le goulet est une ancienne vallée ennoyée. La Garaa Achkel, au milieu de laquelle se dresse une étrange montagne, ancienne île du golfe, six mois par an se remplit d'eaux continentales ; pendant l'autre moitié de l'année, elle est envahie

1. Il tire son appellation, non du voisinage de Béja, comme on pourrait le croire, mais de ce que les indigènes sont en partie originaires de Bougie.

par l'eau de la mer. La Garaa est un véritable bassin de décantation pour les eaux fluviales, qui arrivent au lac de Bizerte débarrassées de la plus grande partie de leurs alluvions ; elle préserve le lac du comblement et lui a permis de maintenir des profondeurs de 10 m. C'est une situation exceptionnelle, qui ne se rencontre nulle part ailleurs en Berbérie.

Entre Bizerte et Porto-Farina, le pays a été peuplé par des immigrés andalous qui ont transformé la contrée et lui ont donné ses caractères actuels ; les indigènes sont avant tout jardiniers ; les bourgades du Sahel de Bizerte diffèrent des *dechras* arabes ou berbères par l'importance de leur population, le caractère des habitations, l'étendue des jardins, la variété des cultures. Ce ne sont pas des centres montagnards, mais de petites villes analogues à celles du Cap-Bon et de la côte orientale. Ras-Djebel dépasse 6 000 hab., El-Alia et Raf-Raf 4 000, Menzel-Djemil et Metline 3 000.

L'existence des lacs a permis le développement de la vie maritime. Les indigènes y ont pratiqué la pêche, très fructueuse dans ces viviers naturels, jusqu'au jour où les Français ont supprimé les barrages qui permettaient de prendre le poisson à l'époque des migrations et ont utilisé ce merveilleux port intérieur pour la navigation maritime et la défense nationale. La fertilité de la plaine de Mateur et la présence de l'arsenal de Ferryville ont amené dans cette région la prépondérance très marquée de l'élément français et en ont fait le centre le plus français de toute la Régence.

Autour du lac de Bizerte, les deux localités de Ferryville et de Bizerte groupent 15 000 Européens, et les 7 000 hab. de Ferryville sont tous européens, fait unique en Tunisie. Bizerte est le centre géographique de la région lacustre et de toute la partie du Tell septentrional qui échappe à l'attraction de la vallée de la Medjerda ; à côté de la vieille cité indigène a grandi la ville européenne. Cependant Tunis est trop proche pour que ni le port de commerce, ni la ville n'aient pris tout le développement qu'avaient espéré les Bizertins.

Telles sont, sommairement résumées, quelques-unes des conclusions de Mr Bonniard. Son ouvrage est une très importante contribution à la géographie de la Tunisie, que ne pourront se dispenser de consulter tous ceux qui s'intéressent à la Régence. De fort belles photographies, très documentaires, de nombreux croquis, en général très expressifs, une belle de carte d'ensemble à 1 : 200 000, report de la carte du Service Géographique de l'Armée, ajoutent beaucoup à sa valeur et permettent de suivre sans peine l'exposé de Mr Bonniard.

AUGUSTIN BERNARD.

DEUX OUVRAGES SUR LA LIBYE ITALIENNE [1]

Les Italiens ont, depuis quelques années, publié de nombreuses études sur la Libye ; revues coloniales paraissant en Italie ou en Libye, ouvrages généraux officiels ou semi-officiels ont fait une large part à la géographie physique et humaine. Les cartes sont encore incompètes, mais progressent rapidement. Les observations météorologiques, bien que nécessairement de

1. Jean DESPOIS, *Le Djebel Nefousa (Tripolitaine), étude géographique*, Thèse pour le doctorat ès lettres présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris, Larose, 1935,

courte durée, se multiplient. Cependant les données demeurent fragmentaires, et beaucoup de publications, comme d'ailleurs trop souvent les publications coloniales françaises, sont dépourvues d'esprit scientifique. Il convient surtout de retenir les travaux de ZACCAGNA sur la géologie, de FANTOLI sur le climat, de TROTTER sur la végétation, du colonel DE AGOSTINI sur les populations indigènes[1].

Dans ce champ de travail si vaste et si neuf, Mr Jean DESPOIS, professeur au lycée de Tunis, auteur d'un excellent manuel sur la Tunisie, a choisi d'étudier d'une part le Djebel Nefousa, d'autre part la colonisation italienne en Libye. Après un séjour de plus d'un an en Libye et en Italie, il vient de publier deux ouvrages qu'il a présentés comme thèses de doctorat ès lettres

Le Djebel Nefousa est la partie centrale du croissant montagneux dont les cornes touchent Gabès et Homs. Cet escarpement festonné n'est que le rebord du plateau saharien. En Libye, les chaînes de l'Atlas ne s'interposent pas entre le Sahara et la Méditerranée, comme c'est le cas dans l'Afrique française du Nord. La plate-forme saharienne n'est séparée de la mer que par la plaine de la Djeffara, large de 50 à 150 km.

Le Djebel Nefousa, qui s'allonge sur environ 200 km., n'a qu'une hauteur modeste, 600 à 800 m. ; il ne forme qu'une bande étroite de 20 km. de largeur au plus, resserrée, presque étranglée entre les steppes déjà arides de la Djeffara et celles du Dahar, vaste surface monotone et nue qui s'incline très doucement vers le Sud et auquel succède la Guibla, le pays du Sud, déjà nettement saharien. La latitude et la position du Djebel le soumettent aux influences désertiques ; cependant son relief permet la condensation de quelques nuages ; il porte quelques cultures arbustives et permet une vie semi-sédentaire.

Ne disposant que d'une carte de reconnaissance à 1 : 400 000, Mr Despois ne pouvait guère se livrer à des études morphologiques détaillées. La région est d'ailleurs d'une grande simplicité. D'épaisses assises marneuses ou gréseuses, à peu près horizontales, sont couronnées d'une puissante corniche de calcaire turonien, qui joue dans le relief un rôle prépondérant ; seul obstacle puissant à l'érosion, elle protège des terrains qu'elle surmonte, ne cédant que bloc à bloc. La falaise est ravinée par des oueds qui, dans l'ensemble, ont une direction S-N. Ces oueds ne peuvent plus guère transformer leur profil en long ; ils sont absolument impuissants à déblayer la masse d'alluvions et d'éboulis qui encombre leur lit ; il est encore plus évident qu'ils n'ont pas été capables de creuser les larges vallées au fond desquelles ils coulent bien rarement aujourd'hui. Cependant Mr Despois s'est interdit, à tort, croyons-nous, de traiter la question des changements de climat, question qu'on ne peut pas ne pas se poser à propos du Djebel Nefousa et même d'une façon plus générale à propos de la Libye italienne.

Des températures quelque peu adoucies en été, une pluviosité qui n'est pas tout à fait négligeable, quelques brouillards, tels sont les traits climatiques

in-8°, 350 p., 17 pl. phot., 3 cartes hors texte, 29 fig. et croquis. — Du même, *La colonisation italienne en Libye, Problèmes et méthodes*, Thèse complémentaire, Paris, Larose, 1935, in-8°, 146 p., 5 fig., cartes.

1. Liste des principaux ouvrages dans les deux bibliographies données par J. DESPOIS.

qui distinguent le Nefousa des zones prédésertiques qui l'entourent. A mesure qu'on s'éloigne de la Tunisie, qui forme écran, et que la Djeffara se rétrécit, les conditions deviennent un peu moins défavorables. Tandis que Nalout ne reçoit que 124 mm. de pluie annuelle, Yéfren en reçoit 252. Le Nefousa oriental, séparé du Nefousa occidental par l'oued Gheddou, présente à tous égards une infériorité notable. Quant aux zones prédésertiques de la Djeffara et du Dakar, elles reçoivent moins de 100 mm.

Le Djebel n'est dépourvu ni de sources, ni de puits, mais leur débit est faible et dépasse rarement quelques litres ; la principale couche aquifère est au contact des calcaires turoniens et des marnes. Les indigènes recueillent aussi les eaux de ruissellement dans des citernes qui fournissent un appoint appréciable. En quelques points, surtout dans les ravins et auprès des oueds, on trouve çà et là un pistachier, un jujubier, un tamarix, un acacia talha, mais les plantes sous-frutescentes et herbacées dominent ; on peut distinguer la steppe à alfa, la steppe à asphodèle, la steppe buissonneuse. Cette végétation apparaît singulièrement dégradée, du fait de l'homme et très certainement aussi du fait d'une aggravation du climat.

Les Nefousa vivent à la fois du Djebel, où ils pratiquent surtout la culture de l'olivier, du figuier et du dattier ; de la Djeffara, où ils récoltent un peu d'orge et de blé ; du Dahar et d'une partie de la Guibla, qui leur offrent, avec quelques terres à céréales, d'immenses étendues, aussi pauvres que vastes, pour leurs troupeaux de moutons et de chèvres pendant l'hiver et le printemps. Ils sont essentiellement arboriculteurs comme tous les villageois de l'Afrique du Nord, mais ils sont aussi céréaliculteurs et éleveurs. Ils ne sont pas complètement sédentaires ; ce sont, de même que la plupart des indigènes de l'Afrique du Nord, les Aurasiens en particulier, des demi-nomades.

Les modes d'habitation des Nefousa sont très originaux et ont depuis longtemps attiré l'attention. Ils vivent dans des agglomérations compactes, où se mélangent les maisons et les grottes, qui s'étagent au flanc d'un éperon ou d'une butte et que dominent les ruines ou les murailles d'un château-magasin, le *gasr* ou ksar. Ces greniers fortifiés se composent de *rhorfas* ou cellules voûtées qui sont des greniers individuels superposés et groupés autour d'une cour étroite. « Leur fonction, dit J. Despois, est celle d'un sous-sol de banque avec ses coffres-forts. » On retrouve, comme on sait, ces châteaux-magasins dans le Sud tunisien, dans l'Aurès et jusque dans l'Extrême-Sud marocain. Partout ils servent au même usage : ce sont les entrepôts de populations semi-nomades pendant la période de l'année où elles abandonnent leurs villages pour suivre leurs troupeaux. La plupart de ces magasins fortifiés ont été détruits par les Turcs lors de l'insurrection de Ghouma, au milieu du XIXe siècle ; les indigènes leur ont substitué des greniers individuels élevés au-dessus de leurs maisons.

Le nombre et la variété des habitations troglodytes sont, avec la multiplicité des greniers fortifiés, l'une des principales particularités du Djebel Nefousa, qui présente les modèles les plus variés. Ici, ce sont de simples trous creusés dans la roche ; là, les grottes se multiplient et ouvrent sur une cour en plein air ; ailleurs, cour et grottes disparaissent en profondeur et masquent aux yeux du passant leur place et la disposition des pièces. Les formes changent avec la nature du terrain. Les grottes et les maisons ont toujours coexisté,

les secondes dérivant des premières, et il y a entre les unes et les autres de nombreuses formes de transition. Ce qu'il y a de surprenant, c'est que, à l'inverse de ce qui se passe dans les Matmata de Tunisie, les habitations troglodytes tendent à se multiplier, notamment à Nalout. On n'en aperçoit pas bien la raison. Sans doute, le sol et le climat se prêtent à ce genre d'habitations, qui sont, disent les indigènes, plus fraîches en été, plus chaudes en hiver, moins coûteuses, moins faciles à détruire. Peut-être faut-il y voir surtout la renaissance d'un vieil instinct berbère. Les habitants « s'enfouissent comme des chacals ».

L'un des caractères les plus originaux du Djebel Nefousa est d'être habité par une population dont la moitié environ parle le berbère. Cette différence de langue s'accompagne d'une différence de religion ; les Berbérophones du Nefousa sont tous des hérétiques ibâdites, frères de ceux de Djerba et du Mzab. Les Arabophones orthodoxes se disent arabes, les Berbérophones ibâdites berbères. C'est la langue et la religion, non la race, qui opposent Berbères et Arabes. Les brassages de populations ont été continuels, depuis la plus haute antiquité. Le Nefousa a reçu des Berbères originaires d'autres régions ; il a reçu aussi des Arabes ou des Arabisés. Les invasions hilaliennes du xi[e] siècle ont fait refluer dans le Djebel les populations de la plaine, mais son rôle de montagne-refuge est beaucoup plus ancien. De tout temps aussi, en raison du voisinage des grands nomades des steppes, il a terriblement souffert de l'insécurité. De nombreuses ruines et surtout la migration des villages des sites voisins des sources vers des sites perchés témoignent de cette insécurité. Les pillards n'étaient d'ailleurs pas toujours des Arabes ; les plus redoutables étaient les Ourghamma, qui sont des Berbères nomades de souche zénète. Pendant le repli italien, de 1915 à 1922, les nomades ont exercé sur les montagnards de sauvages vengeances ; le Nefousa aurait perdu à cette époque environ 24 000 hab., plus du tiers de sa population totale. C'est le dernier épisode d'une lutte qui dure depuis bien des siècles.

On est étonné de voir qu'une région aussi pauvre soit cependant très peuplée, surtout le Nefousa oriental. On y compte 114 villages, et la population peut être évaluée à 40 000 hab. environ. M[r] Despois estime qu'au moyen âge le Djebel était beaucoup plus peuplé qu'aujourd'hui, peut-être deux ou trois fois plus. Malgré les saignées continuelles qu'il a subies, il est, comme tant d'autres contrées voisines du Sahara, encore surpeuplé eu égard à ses faibles ressources. Comme ces contrées, il s'est efforcé de tout temps de remédier à cet état de chose par l'émigration tantôt définitive, tantôt temporaire, en général à destination de la Tunisie. Il est peu probable d'ailleurs que l'économie du pays puisse se transformer ; il n'est susceptible que d'une très modeste renaissance économique, que caractérisera la revanche du paysan sur le nomade.

La possession de la Libye présente pour l'Italie de très sérieux avantages, notamment en ce qui concerne son rôle et son influence dans la Méditerranée orientale. Mais l'œuvre de la colonisation y est particulièrement difficile, car le pays est en général très pauvre, demi-steppique. Bien que la Cyrénaïque présente à cet égard des conditions meilleures que la Tripolitaine, les bonnes régions sont rares et peu étendues. Rien qui ressemble aux belles plaines agricoles du Maroc occidental, de Bel-Abbès, de la Mitidja, de la Medjerda. La

colonisation officielle, difficile partout, apparaît ici au premier abord comme impossible.

Après quelques hésitations, l'Italie, à partir de 1928, s'est ralliée en Libye au système de la petite colonisation peuplante. Ce système paraît être celui qui convient le mieux à sa situation sociale, car, si les capitaux sont en Italie moins abondants qu'en France, ce pays est par contre beaucoup plus riche en hommes.

Il a employé à cet effet des procédés nouveaux, que Mr Despois a étudiés de très près et qu'il nous fait connaître. Tandis que dans l'Afrique du Nord française, trop souvent, on a établi les colons sans les mettre en mesure de réussir, en Libye l'intervention de l'État a été beaucoup plus prononcée. On notera particulièrement la tentative de l'Ente, organisme doté de l'autonomie administrative et financière, chargé de mettre en valeur, en le peuplant de familles paysannes, le Djebel de Cyrénaïque et dont l'activité a été récemment étendue à la Tripolitaine.

Il est encore trop tôt pour apprécier les résultats. La colonisation de la Tripolitaine ne date que de 1922, celle de la Cyrénaïque de 1926, l'Ente de 1932. Tout jugement, comme le dit Mr Despois, serait prématuré. Le colon de Libye n'a sans doute pas de chances d'enrichissement rapide, mais, s'il est sobre et laborieux comme le sont beaucoup d'Italiens, il réussira sans doute à vivre sur son petit domaine lorsque l'aide plus ou moins déguisée de l'État viendra à lui faire défaut. Il consommera les produits de sa terre, plaçant le surplus sur le marché intérieur italien où il sera privilégié.

Le jugement qu'on porte sur les questions de colonisation diffère du tout au tout selon qu'on se place au point de vue économique ou au point de vue démographique, selon qu'on attache plus d'importance à la mise en valeur, au développement de la production, ou qu'on met au premier plan l'enracinement du peuple colonisateur dans le pays colonisé. Au point de vue démographique, il n'est pas à souhaiter que le colon s'enrichisse trop vite. S'il fait d'importants bénéfices et que sa terre atteigne un haut prix, il est tenté de la revendre et de s'en aller vivre à la ville voisine ou de retourner dans son pays d'origine. Il peut être déraciné aussi bien par un succès trop rapide que par l'insuccès complet. L'Algérie en a fait maintes fois l'expérience. « Il faut, disait H. de Peyerimhoff, donner au colon assez de terres pour vivre en travaillant, pas assez pour vivre autrement. »

Il y a en tout cas pour nous le plus grand intérêt à connaître l'œuvre entreprise dans leur colonie par nos voisins et amis. On y sera aidé par le livre de Mr Despois, résultat d'une enquête faite sur place, qui se tient à l'écart du dénigrement systématique et de l'optimisme non moins systématique des publications officielles ou officieuses.

Augustin Bernard.

UNE GÉOGRAPHIE RÉGIONALE DE L'AMÉRIQUE CENTRALE

Cet ouvrage[1] est conçu dans le même esprit que celui qui l'a précédé et qui traitait de l'Amérique du Sud (analysé ici même, en 1933, par R. MUSSET).

Les généralités occupent une place assez réduite : 29 pages, et comprennent : 1° une introduction historique, exposant la découverte et l'occupation du pays par les Européens ;

2° Les conditions naturelles : relief, mers, climat, couverture végétale, monde animal ;

3° La géographie humaine : l'auteur passe en revue rapidement les principaux groupes d'indigènes, leurs genres de vie, et les types d'habitat qui y sont liés, puis l'influence européenne qui s'est marquée par la modification des genres de vie traditionnels et par l'introduction de genres de vie entièrement nouveaux.

L'auteur aborde alors la description régionale, qui occupe le reste du volume. Les principales divisions sont indiquées sur une carte d'ensemble, mais ne font pas l'objet d'une justification spéciale. Pour l'étude de chacune des régions naturelles, l'auteur suit un plan à peu près uniforme : les conditions naturelles, les indigènes et leur genre de vie, la colonisation européenne. Les différents paragraphes concernant la morphologie constituent une mise au point très claire de tous les travaux récents et qui comporte bien des enseignements : c'est ainsi qu'en confrontant les résultats obtenus par WAIBEL dans la Sierra Madre de Chiapas avec les brèves notations de l'auteur sur la physiographie de Porto-Rico, on est surpris de constater que le granite y joue le rôle d'une roche tendre. O. SCHMIEDER donne également d'intéressantes précisions sur les mouvements récents qui ont affecté les montagnes de l'Amérique centrale : en particulier, on trouverait du Pliocène marin à l'altitude de 2 400 m. dans la Sierra de Chamula (mais ces couches sont-elles exactement synchrones de notre Pliocène européen ?).

Pour l'étude des genres de vie, le plan chronologique suivi par l'auteur, appuyé sur une sérieuse documentation historique, facilite l'explication des problèmes. Mais il donne à l'exposé une allure didactique qui fait regretter les synthèses plus vivantes de la *Géographie Universelle*[2]. A noter que le canal de Panama ne figure pas dans cette étude : la question a été traitée dans le tome consacré à l'Amérique du Sud.

En résumé, un livre qui ne cherche pas à être séduisant, mais qui rendra des services à ceux qui abordent l'étude de l'Amérique centrale.

P. BIROT.

1. Oscar SCHMIEDER, *Länderkunde Mittelamerikas*, Leipzig et Vienne, 1934, in-8°.
2. Publiée sous la direction de P. VIDAL DE LA BLACHE, et L. GALLOIS, t. XIV *Mexique-Amérique centrale*, par MAX. SORRE, Paris, Librairie Armand Colin, 1928.

LIVRES REÇUS

Paul Francoz, *Le nouveau régime des zones franches de la Haute-Savoie et du Pays de Gex*, Paris, Librairie du Recueil Sirey, 1935, 187 p., 1 carte h. t.

Étudie les conséquences économiques de l'arbitrage de La Haye relatif au nouveau régime des zones franches, en particulier la contrebande, que l'auteur désigne par un élégant euphémisme : « l'osmose économique ».

P. Marres, *L'évolution de la viticulture dans le Bas-Languedoc* (Extrait du *Bull. de la Société languedocienne de Géographie*, t. VI, 1935, 1er fascicule, p. 26-58).

Clair exposé du développement de la viticulture dans le Bas-Languedoc depuis le moyen âge jusqu'aux plus récentes mesures législatives.

Lucien Bochet, *Les plateaux franc-comtois dans la région de Vesoul et de Gray : essai de géographie humaine*, Vesoul, 1934, 146 p., 17 fig.

Cette monographie régionale résulte d'une enquête consciencieuse menée par l'auteur il y a une dizaine d'années. Les plateaux franc-comtois sont une région d'économie agricole arriérée où l'influence moderne ne se marque que par l'établissement de laiteries ; l'histoire de Vesoul et de Gray, jadis cités commerçantes et industrielles, dénonce une décadence presque constante.

E. Rübel, *Bericht über das geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1934*, Zurich, 1935, 99 p., 7 fig.

Expose le travail réalisé par l'Institut Rübel en 1934, et renferme les articles suivants : W. Lüdi, *Zur Frage des Waldklimaxes in der Nordschweiz* ; — W. Lüdi u. G. Luzzatto, *Vergleichende Untersuchung zweier Methoden zur physikalischen Bodenanalyse* (il s'agit des procédés Burger et Siegrist) ; — G. Luzzatto, *Erste Untersuchungen über die Verbreitung und die Vitalität einiger Alpenpflanzenarten in ihrer Beziehung zur Bodenazidität* ; — F. Ochsner, *Oekologische Untersuchungen an Epiphytenstandorten* ; — V. Vareschi, *Pollenanalysen aus Gletschereis* ; étude intéressante : l'auteur analyse les pollens interstratifiés dans la glace et détermine les régions forestières d'où ils proviennent, compte tenu de la direction des vents dominants.

Centre Européen de la Dotation Carnegie, *Les problèmes de la Baltique*, par K. R. Pusta, Von Lœsch, W. Kamienecki, P. Klimas, H. Celmins, A. de Bodisco, P. Bastid, R. Holsti, Publications de la Conciliation Internationale, Bull. nos 8-9, Paris, 1934, p. 644-846.

Mise au point des problèmes politiques, rédigée en langage diplomatique par des représentants des États riverains.

Jiri Kral (Dr.), *Die anthropogeographische Durchforschung der Slovakei und Karpathorusslands in den Jahren 1919-1934*, Bratislava, 1935, 36 p.

Bibliographie méthodique des ouvrages de géographie humaine relatifs à la Slovaquie, parus depuis la Guerre.

Prof. Antonio R. Toniolo et Prof. Ugo Giusti, *Lo Spopolamento montano nelle Alpi Trentine : note introduttive e riassuntive* (Estratto da *Studi e monografie dell'Instituto Nazionale di Economia Agraria*, no 16, III), Rome, 1935, 56 p., 3 cartes h. t. (dont 2 en couleurs).

Extrait d'une monographie régionale importante consacrée au dépeuplement du Trentin. Renferme une introduction expliquant la répartition de la population suivant la nature du sol et l'orographie et un résumé de l'enquête démographique et sociale menée par les auteurs dans le but d'analyser le phénomène du dépeuplement montagnard.

P. Birot.

CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

AMÉRIQUE

Tempête de poussière aux États-Unis. — Les 12 et 13 novembre 1933, la moitié orientale des États-Unis a subi une tempête de poussière d'une étendue et d'une intensité inconnues à ce jour[1]. Débutant dans le Dakota du Sud, le 12 novembre à 8 h. du matin, elle s'étendit rapidement vers l'Est, le Sud-Est et le Sud, atteignant la ligne Buffalo - La Nouvelle-Orléans le lendemain à midi.

Dans la région de départ, on signala un vent violent de Nord-Ouest entraînant la poussière, les graviers, même les cailloux, emportant le sol des champs, déchaussant les récoltes, et soulevant des nuages de poussière épais de 3 000 m. et si denses qu'en plein midi les automobiles durent allumer leurs phares. Partout la visibilité est fortement réduite, quelquefois à moins de quelques mètres. Des clôtures, des poteaux de téléphone, même des bâtiments légers sont renversés ; les glaces d'automobiles sont dépolies ; les jeunes pins, dépouillés de leur écorce du côté du vent. Par endroits, les tranchées des routes sont comblées, des barrières enterrées ; partout, les boutiques, les maisons d'habitation doivent être nettoyées à fond. On observe des effets électriques : les clôtures de fil de fer donnent des chocs, des autos sont bloquées par la décharge de leurs accumulateurs, des poteaux téléphoniques sont carbonisés.

Un phénomène de cette ampleur ne s'explique que par la coïncidence de circonstances exceptionnelles. Dans les Plaines, l'été avait été exceptionnellement sec : dans les cinq mois précédents, le Dakota du Sud avait reçu moins de 20 cm. de pluie ; le mois de juin avait eu les plus hautes températures connues, et le mois de juillet avait, à cet égard, presque battu les records antérieurs. La surface du sol était donc dans un état de sécheresse extrême et, de plus, fraîchement labourée. Alors apparut une dépression qui, se déplaçant rapidement vers l'ESE, puis vers l'E, passa par le Sud du lac Manitoba, le travers du lac Supérieur et le Nord du lac Huron. En même temps, un anticyclone fixé sur le Nord-Ouest des États-Unis se renforçait graduellement. On eut donc, en arrière de la dépression, des vents du Nord-Ouest, atteignant 75 et 100 km. à l'heure, qui balayèrent toute l'étendue comprise entre les Rocheuses, l'Ouest de l'État de New York et le golfe du Mexique. Ces vents, d'origine anticyclonique et d'ailleurs réchauffés à la descente des Rocheuses, étaient très secs : l'humidité relative est tombée à 10 p. 100 à Kansas City et encore à 40 p. 100 à Mobile sur le Golfe, à 53 p. 100 à Savannah en Géorgie. Nul doute que le nuage de poussière n'eût atteint la côte atlantique s'il n'avait rencontré à l'avant de la dépression un vent de SE, chaud et humide, qui,

1. Trois notes de M. R. Hovde, E. R. Miller et A. E. Alexander (*Monthly Weather Review*, Washington, LXII, 1934, p. 12-15). — Une chute de poussière analogue (1918) a été étudiée antérieurement par A. L. Winchell et E. R. Miller (même revue, XLVI, 1918, p. 502-505).

soulevé par le vent du NO, donna des pluies avec précipitation des poussières.

Sans doute ces faits sont exceptionnels et explicables seulement, dans les conditions actuelles, par l'intervention de l'homme qui, en détruisant le gazon des Grandes Plaines, a exposé le sol à la déflation. Les observations n'en établissent pas moins la possibilité des transports de poussières à 200 km. de distance et certainement davantage. C'est une donnée précieuse pour le problème de l'origine de certains lœss. Autre fait intéressant : les analyses de poussières recueillies à Buffalo, à 1 600 km. de l'origine, ont révélé la prépondérance des grains minéraux anguleux ou subanguleux compris entre 0 mm. 005 et 0 mm. 5, les plus gros étant tout juste visibles à l'œil nu ; on y a trouvé en outre 10 p. 100 de matière organique, spores et grains de pollen. — H. B.

Les forêts aux États-Unis. — Le nouveau souci de tirer parti de toutes les ressources nationales en renonçant au gaspillage jusqu'ici toléré a conduit le service forestier du Département de l'Agriculture à faire dresser un bilan et un projet de mise en valeur des forêts américaines [1]. Bien qu'elles couvrent le tiers de la superficie totale (environ 260 millions d'ha.), elles sont restées longtemps, en dehors de quelques parcs urbains, propriétés uniquement privées. Ce n'est qu'en 1885 que l'État de New York crée une réserve forestière dans l'Adirondack. L'exemple a été suivi par 29 autres États, qui possèdent en tout aujourd'hui 1 710 000 ha. La Fédération à son tour, par la loi Week de 1911, s'est vu donner le droit d'acheter les bois protégeant les versants de fleuves navigables et ceux qui renferment des bois de charpentes. La forêt fédérale couvre 65 130 000 ha. Il faut ajouter parmi les propriétés publiques 801 forêts municipales et 59 forêts de comté. Dans le domaine public, comme dans le domaine privé, l'exploitation a été jusqu'ici fort irrationnelle : faible surveillance des incendies ; absence d'organisation dans la lutte contre les maladies ou les insectes ; coupes à blanc étoc ont fait chaque année diminuer la forêt de plus de 4 milliards de m^3, volume deux fois supérieur à la capacité de renouvellement. Cet appauvrissement a eu de fâcheuses conséquences physiques (crues, érosion) et humaines (dépopulation). Aujourd'hui un sixième de la superficie est complètement inexploitable, 20 p. 100 sont uniquement composés d'arbres jeunes, 24 p. 100 donnent régulièrement du bois de chauffage, 18 p. 100 du bois de charpente, ce dernier étant produit presque exclusivement dans les montagnes de l'Ouest et dans le Sud.

L'auteur du rapport préconise des lois nouvelles de protection, l'organisation d'une éducation sylvicole, de nouvelles méthodes d'exploitation, et l'achat par la fédération de nouveaux territoires à boiser qui porteraient la surface forestière à 350 millions d'hectares. — A. M.

Grands travaux aux États-Unis [2]. — *Les ponts de San Francisco.* — On sait combien est difficile l'accès de San Francisco. Pour les relations vers l'Est, un service d'avions fréquents relie, depuis quelques années, la ville à

1. H. S. Graves, *A national plan for american forestry* (*Geogr. Review*, 1934, p. 129-132).
2. C. de Caters, *Le pont suspendu de la Golden Gate* (*La Nature*, 1er janvier 1934). — E. John Long, *New Jersey now* (*National geographic Magazine*, mai 1933, p. 519-584). — Edwin Foscue, *Irrigation in the lower Rio Grande valley of Texas* (*Geogr. Review*, juillet 1933, p. 456-463). — Jacques Boyer, *Le plus grand pont suspendu du Monde* (*La Nature*, 15 décembre 1934, p. 553-556).

Oakland en quelques minutes au-dessus de la baie, alors que le trajet par route ou voie ferrée a une centaine de kilomètres de longueur. On complète aujourd'hui cette liaison, dont le débit reste malgré tout insuffisant, par l'édification d'un immense viaduc. Celui-ci comprendra deux parties de 3 140 m. et 3 099 m., séparées par l'île Yerba Buena, traversée en tunnel. A l'Ouest de l'île, le pont aura 56 m. de haut et sera du type suspendu, la plus longue travée atteignant 704 m. A l'Est, le pont, de type *cantilever*, aura une hauteur décroissante de l'île à Oakland. L'ouverture est prévue pour l'été 1936.

L'accès direct par le Nord est rendu impossible par l'existence de la Golden Gate. Là encore on construit un pont suspendu. Sa longueur sera de 1 920 m.; la travée centrale mesurera 1 260 m.; la hauteur à marée haute sera de 63 m. au bord, 66 au centre. On prévoit un coût de 20 millions de dollars.

Routes, ponts, aéroports en New Jersey. — L'accroissement de la circulation automobile a conduit le gouvernement du New Jersey à tracer entre Camden, faubourg de Philadelphie, et Jersey City une route évitant les villes ou les parties les plus congestionnées des villes. Cette nouvelle *superhighway* dessert l'aéroport de Camden, Bordentown et Trenton, et gagne ensuite Newark.

Plusieurs croisements se font par passage supérieur avec un ingénieux dispositif de voies latérales de raccordement, qui évite, grâce à un seul pont, toute traversée d'un courant de voitures venant en sens inverse. A Newark la route dessert le nouvel aéroport, ouvert en septembre 1930 et qui passe pour le plus perfectionné et le plus actif du monde : en 1932, 89 départs par jour.

Enfin, entre Newark et Jersey City, les difficultés étaient multiples : il y avait à traverser deux larges fleuves, le Passaic et l'Hackensack, et d'innombrables routes de fer ou de terre, annonçant la proximité de la grande ville. On n'a pas hésité à construire un viaduc de grande hauteur, de 5 km de long, surmontant, outre les deux rivières, une douzaine de routes ou de voies ferrées. On arrive ainsi directement au débouché du *Holland Tunnel* sous l'Hudson, grâce auquel on peut gagner Manhattan en ayant évité à peu près complètement la fastidieuse et longue traversée des banlieues.

Les irrigations de la vallée du Rio Grande. — La basse vallée du Texas, couverte, il y a trente ans encore, de pâtures broussailleuses, s'est rapidement transformée par l'irrigation. Mais la situation frontalière du fleuve a jusqu'ici empêché tout travail d'ensemble, et notamment toute construction de barrage-réservoir sur le fleuve même. Une commission internationale cherche en vain à concilier les intérêts des deux pays. Aussi les travaux sont-ils restés œuvre individuelle et encore précaire en raison des nombreuses saignées que subissent les affluents du fleuve et qui aboutissent souvent à son épuisement à peu près total. Néanmoins de grands perfectionnements sont en cours. Les anciennes rigoles, en général trop larges, perdaient beaucoup d'eau par l'évaporation et par les infiltrations qui provoquaient une rapide alcalinisation des terres, surtout dans le delta. On les a rétrécies, revêtues de béton ; on a établi des conduites souterraines et des installations de pompage. On réglemente l'utilisation des eaux de crues. Ces travaux ont permis le développement des plantations de citronniers, des cultures maraîchères, et l'extension du coton sur 160 000 ha. — A. M.

Morphologie et climat de la Death Valley[1]. — La Death Valley (Californie) a perdu son titre de point le plus chaud du monde depuis que Azizia (Tripolitaine) a enregistré 57°,7, soit environ 1° de plus. Elle n'en continue pas moins à passionner les géographes américains, qui étudient son régime et son climat actuel. La moyenne annuelle des pluies depuis 1911 n'a été que de 35 mm. Pendant l'année la plus pluvieuse (1913), elle a reçu 167 mm. Il y a pourtant 71 jours nuageux par an. Le minimum thermique des mois d'avril à septembre est de 32°,2. Le maximum des mois d'hiver n'est jamais descendu au-dessous de 28°,5, celui des mois d'été au-dessous de 48°,8. Il gèle cependant parfois, et le minimum, enregistré le 8 janvier 1911, est de — 9°,5. Ces conditions suffiraient à expliquer la disparition de l'ancien lac dont témoignent un dépôt salin de 72 km. de long et une douzaine de lignes de rivage et de terrasses, dont deux sont très nettes et d'après lesquelles le niveau du lac aurait atteint la cote + 94 (altitude actuelle du fond, — 33). Mais les géologues ne sont d'accord ni sur l'extension exacte, ni sur l'âge de ce lac qui existait sans doute encore au début du Quaternaire. — A. M.

La limite septentrionale de la culture dans le bassin du Mackenzie.[2] — Gagnant toujours vers le Nord-Ouest, la grande culture du blé atteint aujourd'hui Peace River, localité située par 56° N sur la rivière du même nom. Un chemin de fer de la NORTHERN ALBERTA RAILWAYS dessert les nouvelles régions cultivées. Le rail précède même la charrue et atteint Mines Creek et Dawson Creek (Colombie-Britannique) : deux trains hebdomadaires parcourent en 26 heures les 796 km. qui séparent cette dernière localité d'Edmonton. Mais les possibilités d'extension ne sont pas épuisées. Au Nord même d'Edmonton, l'église catholique a jalonné le cours de l'Athabasca et du Mackenzie de stations d'expériences où l'on obtient des récoltes régulières et de bons rendements, grâce à la longueur des jours de l'été. Dans cette direction, le chemin de fer s'arrête à 488 km. d'Edmonton, à Waterways, qui d'ailleurs ne reçoit par semaine qu'un train fort lent (24 heures de trajet). Tout près du terminus, à Fort Mac Murray, poussent les pois, les choux, les navets, les fraises. De jeunes boisements y prospèrent. On réussit à faire pousser le blé et l'avoine jusqu'à Fitzgerald, sur le 60e parallèle, du maïs jusqu'à Fort Smith, tout près du lac des Esclaves. Avec une ténacité admirable on a essayé d'acclimater la vigne à Chipewyan ; elle n'a pu résister aux hivers. Mais les légumes et les fruits vont beaucoup plus loin. Les pommes mûrissent encore à Fort Resolution sur la rive Sud du lac des Esclaves, les céleris et les tomates à Providence, sur la rive Nord du même lac, les pois à Norman (65°) au confluent de la rivière de l'Ours, les choux et les carottes à Good Hope, sous le cercle polaire. Mais la plante la plus vigoureuse est sans conteste la pomme de terre ; toutes les stations la cultivent, jusqu'à Aklavik, dans le delta, et, si au Nord du cercle polaire elle ne produit plus que des tubercules assez petits, jusque-là elle donne des résultats surprenants, grandissant d'un pouce par jour et pouvant être consommée 50 jours après la plan-

1. Eliot BLACKWATER, *Lake Manly : an extinct-lake of Death Valley* (*Geographical Review*, 1933, p. 464-471). — Ernest E. EKLUND, *Some additional Facts about the climate of Death Valley* (*Monthly Weather Review*, 1933, p. 33-35). Nous avons converti en centigrades les chiffres donnés en Fahrenheit par cet auteur.

2. W. D. ALBRIGHT, *Gardens of the Mackenzie* (*Geogr. Review*, janvier 1933, p. 1-22).

tation. Jusqu'au delta on peut récolter des framboises, des groseilles, de la rhubarbe. Il y aura donc dans cette région des possibilités certaines d'établissement lorsque les plaines méridionales seront saturées. — A. M.

La situation économique de Terre-Neuve[1]. — La pêcherie de Terre-Neuve souffre de l'appauvrissement des bancs, de leur émigration vers l'Islande et les Fær-Œr, de concurrences nouvelles (Norvège, Islande), de l'absence de tout effort d'organisation coopérative et du rétrécissement du marché mondial, par suite de la crise : ainsi le principal client de poisson salé resta longtemps le Brésil ; depuis la mévente du café, ses achats se sont considérablement restreints. De la saison 1928-1929, à la saison 1931-1932, l'exportation des produits de pêcherie est tombée de 16 millions à 6 millions et demi de dollars représentant 1 050 000 qx. La même année l'exportation d'Islande atteignit 1 500 000 qx. Or l'île offre peu d'autres ressources. Un quart de la population vit exclusivement de la pêche ; un huitième pratique à la fois la pêche et la culture. L'exploitation de la forêt, à peine commencée, n'occupe que 4 400 personnes en période de plein rendement, y compris le personnel des moulins à papiers. Les mines de fer de Walona emploient 2 200 hommes en temps normal, les mines de zinc de Buchans, 350. Les produits minéraux exportés valent 35 millions de dollars. Quelques habitants du Sud-Est s'étaient mis au jardinage et livraient leurs légumes aux hôtels de Saint-Pierre où les Américains venaient passer le *week-end* ; mais l'abrogation de la loi Vollstead menace cette dernière source de prospérité. Aussi en 1933 un quart de la population ne vivait-il que de secours publics, et une commission royale chargée d'enquêter sur la situation de l'île ne voyait de recours que dans la suspension temporaire du statut de dominion et le retour à la situation de colonie de la couronne. Le *Newfoundland Bill* voté par les Chambres anglaises le 21 décembre 1933 a ratifié cette proposition. — A. M.

La population du Groenland[2] **en 1930.** — Elle comprend 16 630 hab., dont 408 Européens (311 nés au Danemark, 13 en Suède, 25 en Allemagne, 56 au Groenland). L'augmentation réalisée depuis 1920 (1,5 p. 100 par an) est la plus forte que l'on ait constatée. Le continent est divisé en 65 communes et compte 192 lieux d'habitat (outre 13 localités et 171 hab. dans la région du cap York). Les lieux les plus peuplés sont Sukkertoppen (655 hab.), Julianehaab (544), Godthaab (534), Jakobshavn (464).

Le différend dano-norvégien[3] au sujet de la côte orientale du Groenland a pris fin le 5 avril 1933 par la Sentence de la Cour Permanente de Justice Internationale reconnaissant, par 10 voix contre 2, la souveraineté danoise. Avec une correction parfaite, le gouvernement norvégien s'est incliné et a, dès le 7 avril, décidé de cesser l'occupation des terres contestées. — A. M.

1. Ernst Antevs, *Newfoundland and her fisheries* (*Geogr. Review*, juillet 1934, p. 487-488).
2. F. Klose, *Die Bevölkerung von Grönland* (*Petermanns Mitteilungen*, 1932, p. 240).
3. Voir, sur les causes et l'évolution de ce différend : C. Vallaux, *La rivalité politique et économique de la Norvège et du Danemark sur les côtes orientales du Groenland* (*Bulletin de l'Association de Géographes français*, janvier 1932), et les observations présentées à la suite de cette conférence par le Dr Charcot.

L'Éditeur-Gérant : Jacques Leclerc

ORLÉANS, IMP. H. TESSIER. — 9-35.